

# Planeación urbana excluyente e inaccesible en el municipio de Metepec

Arq. Anel Shalom Arriaga Arjona<sup>1</sup>, Dra. Mercedes Ramírez Rodríguez<sup>2</sup>

**Resumen**—El principal objetivo de esta investigación es el de analizar la exclusión e inaccesibilidad que presentan las localidades del municipio de Metepec a través de información y mapas del plan municipal de desarrollo urbano de Metepec 2016-2018.

**Palabras clave**—Planeación excluyente, Polarización y fragmentación, Inaccesibilidad, Marginación.

## Introducción

El municipio de Metepec ha tenido un crecimiento urbano que lo ha vuelto de zona rural a urbana, sin embargo, a pesar de mostrar este desarrollo, en los mapas e información estadística que se presenta en el plan municipal se puede observar que las localidades de Metepec son excluyentes, ya que existen desequilibrios en la accesibilidad e infraestructura, provocando que las localidades no cuenten con acceso a servicios básicos como agua potable, luz eléctrica y drenaje, lo cual repercute en la calidad de vida de los habitantes. Estas condiciones se han generado por una planeación urbana fragmentada en la que existe desigualdad entre las zonas rurales y las zonas más urbanizadas de Metepec (Gobierno Federal,2011).

## Problemática

### Estructura socio-espacial de Metepec

El municipio Metepec paso de ser zona rural a urbana debido a la consolidación del corredor industrial Toluca Lerma en 1970 (Montoya, 1995). Dicho municipio está conformado por una cabecera municipal, 11 pueblos, 4 colonia agrícolas, 13 colonias urbanas, 27 fraccionamientos, 364 condominios, 8 conjuntos urbanos y 8 conjuntos habitacionales (Ayuntamiento de Metepec, 2019). Los 11 pueblos que lo conforman son: San Jerónimo Chicahualco, San Salvador Tizatlalli, San Francisco Coaxusco, San Jorge Pueblo Nuevo, Santa María Magdalena Ocotitlán, San Bartolomé Tlatelulco, San Miguel Totocuitlapilco, San Lorenzo Coacalco, San Sebastián, San Lucas Tunco y San Gaspar Tlahuelilpan (Gobierno del Estado de México,2019) los cuales se pueden observar distribuidos de color verde en la figura 1.

Mapa estructura urbana de Metepec

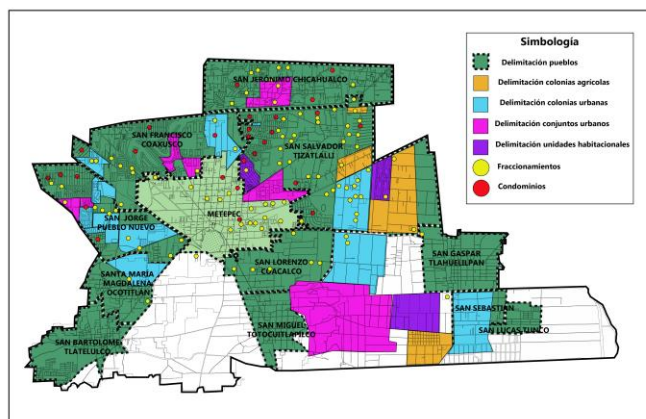


Figura 1. Mapa división de Metepec, 2016, elaboración propia.

La mayor parte del crecimiento urbano de Metepec se compone de condominios y fraccionamientos, ubicados en color amarillo y rojo en la figura 1, de los cuales la mayoría son de tipo residencial e interés social y se encuentran distribuidos en la parte norte del municipio, donde existe mayor dotación de infraestructura, servicios y

<sup>1</sup> La Arq. Anel Shalom Arriaga Arjona es estudiante de la maestría en estudios sustentables regionales y metropolitanos de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [shalomarriagaarjona@gmail.com](mailto:shalomarriagaarjona@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Mercedes Ramírez Rodríguez es profesora investigadora de la maestría en estudios sustentables regionales y metropolitanos de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [merrramirez@yahoo.com.mx](mailto:merrramirez@yahoo.com.mx) %

equipamiento, mientras que en las localidades del sur existe pobreza y marginación, así como un desabasto de servicios básicos, por lo que la planeación urbana de Metepec es excluyente e inaccesible.

Por ello hablar de exclusión “adquiere sentido en el contexto de la globalización que segmenta y polariza el todo social, al incorporar a algunos sectores de la población en la economía, la cultura, la tecnología internacionalizada y excluir a grandes mayorías para acceder o ejercer una o todas estas dimensiones” (Ziccardi, 2001).

#### *Crecimiento demográfico de Metepec*

De la población total del municipio, la cual forma un total de 214,162 habitantes, 8,345 pertenece a la población rural, es decir solo el 3.66%, mientras que el mayor porcentaje de habitantes de Metepec forma parte de las zonas urbanas (INEGI,2010).

Sin embargo, a pesar de que la mayor parte de la población se encuentra en las zonas urbanas, existen condiciones de pobreza y marginación urbana en algunos de las localidades localizados al sur del municipio, así como también desigualdad en la distribución de equipamiento e infraestructura.

#### *Pobreza y marginación en Metepec*

Según indicadores de CONEVAL (2010) al menos 26% de la población total de Metepec se encuentra en situación de pobreza.

En el cuadro 1 podemos ver que 59,682 habitantes están en situación de pobreza extrema y 67,892 habitantes en situación de pobreza moderada. Esto indica que este porcentaje de la población sufre de al menos una carencia social en los seis indicadores de: rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos y acceso a la alimentación.

Mediciones municipales de la pobreza en Metepec

Pobreza en Metepec		
	Porcentaje	N° de personas
Población en situación de pobreza moderada	23.1%	67,892
Población en situación de pobreza extrema	3.2%	59,682
Población con ingreso inferior a 978 pesos	31.4%	81,321

Cuadro 1. Mediciones municipales de la pobreza en Metepec, CONEVAL, 2010

Por otra parte, de acuerdo a datos de Sedesol (2015), los barrios de: la Asunción, localizado en el pueblo de San Bartolomé Tlatelulco, el barrio de las Minas y Santiaguito, localizados en el pueblo de San Miguel Totocuitlapilco presentan un grado de marginación urbana alto. Mientras que el barrio de San Lucas, en el pueblo de San Lucas Tunco, la colonia agrícola de Álvaro Obregón, en el pueblo de San Miguel Totocuitlapilco, y el pueblo de Santa María Magdalena Ocotitlán presentan un grado de marginación urbana medio, lo que se puede constatar en la figura 2, donde las localidades que presentan un grado de marginación alto están representadas en color rojo, mientras las que presentan un grado de marginación medio son representadas en color naranja.

Mapa localidades con marginación urbana en Metepec

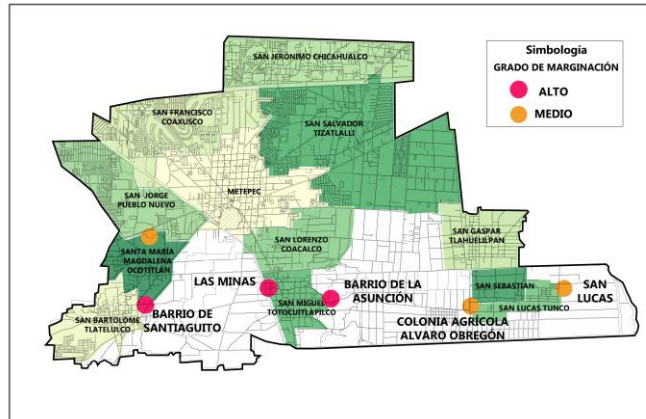


Figura 2. Mapa localización índice de marginación urbana en Metepec, 2016.

Esta información nos indica que estas localidades del municipio se encuentran excluidas de los beneficios que se han generado por el proceso de desarrollo de Metepec, provocando así condiciones de desigualdad, en la distribución de infraestructura y equipamiento, e impactando en la calidad de vida de la población (Gobierno del Estado de México, 2016)

#### *Carencia de Infraestructura y servicios básicos*

De acuerdo a él plan municipal de desarrollo urbano 2016-2018 de Metepec, el municipio cuenta con una cobertura del 90% de servicios básicos (energía eléctrica, agua entubada y drenaje) en todo el municipio, sin embargo, varias localidades son afectadas aun por la carencia de estos servicios, generando exclusión, inaccesibilidad y desigualdad.

Según el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social realizado por CONEVAL, en Metepec más de 1,500 viviendas no cuentan con servicio de energía eléctrica, siendo el pueblo de San Gaspar Tlahuelilpan el más afectado con 500 viviendas sin este servicio.

Por otra parte, en cuanto a la distribución de redes de agua potable son 2,300 viviendas las que no cuentan con este servicio, siendo nuevamente la localidad de San Gaspar Tlahuelilpan la localidad más afectada, siguiendo la localidad de San Bartolomé Tlatelulco con 161 viviendas afectadas.

En cuanto al servicio de drenaje, la localidad con mayor carencia es la de San Bartolome Tlatelulco con 72 viviendas sin drenaje, mientras que en cuanto a la dotación de alumbrado público la localidad de San Gaspar Tlahuelilpan, es la que requiere mayor atención.

De estos datos podemos identificar que las localidades con mayor carencia en la cobertura de servicios básicos son San Gaspar Tlahuelilpan y San Bartolome Tlatelulco, los cuales pertenecen a las localidades del sur del municipio y se encuentran identificados de color rojo en la figura 3.

Mapa Localidades con mayor carencia de servicios básicos de Metepec

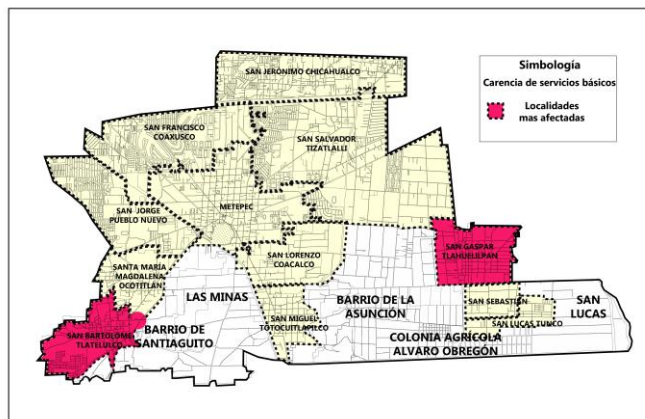


Figura 3 Mapa Localidades con mayor carencia de servicios básicos de Metepec, 2018, elaboración propia.

### Equipamiento

Otra condición que presentan estos asentamientos es la lejanía y falta de conexión con el equipamiento y zonas comerciales de Metepec. En la figura 3 de color amarillo podemos observar las zonas habitacionales, mientras que de color rojo y naranja se encuentran señaladas las zonas de comercio y equipamiento, estas últimas representan las plazas comerciales, tiendas de autoservicio y espacios públicos que se encuentran en el municipio.

Tal y como lo muestra la figura 3, estas zonas están localizadas en su mayoría en el centro y en la parte norte de Metepec, donde se presenta además una mayor densidad poblacional como se puede observar de color rojo en la figura 6, lo que las aleja de los pueblos del sur.

Mapa Ocupación del territorio de Metepec

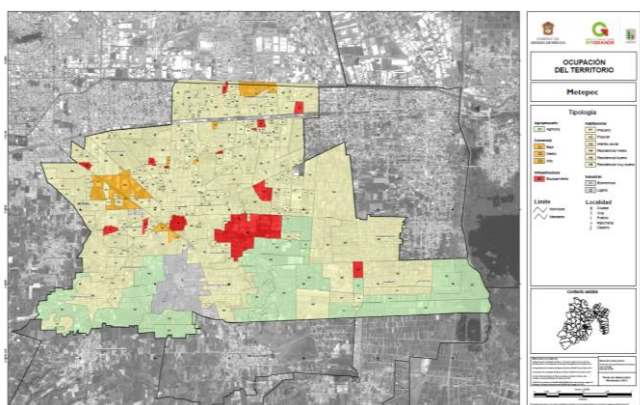


Figura 5. Mapa Ocupación del territorio de Metepec 2013, IGCEM.

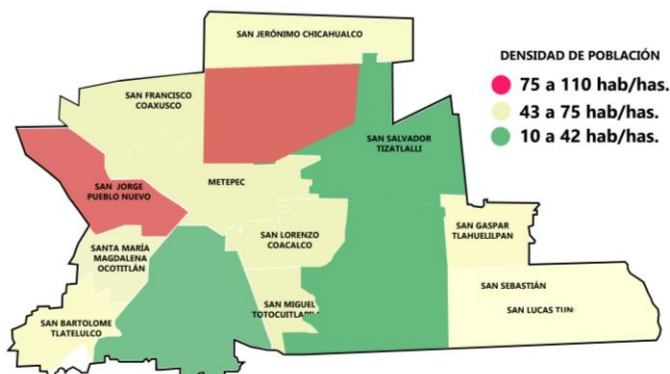


Figura 6 Mapa densidad poblacional de Metepec, 2016

Estas condiciones provocan que los asentamientos humanos de Metepec sean excluyentes, generando así marginación que se ve reflejada en la distribución desigual de la infraestructura, servicios y equipamiento.

Por ello Metepec presenta un modelo urbano fragmentado y polarizado que no permite la inclusión de toda la población.

### Ciudades y asentamientos humanos más incluyentes como propuesta de la Agenda 2030

Como parte de los objetivos para el desarrollo sostenible de las ciudades propuesto por la Agenda 2030 creada por la ONU se encuentra el “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” y tiene como una de sus metas el “proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos, seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad”.

En este sentido de acuerdo a la ONU (2015) para poder lograr ciudades inclusivas, resilientes y sostenibles es necesario también integrar en primera instancia a la población más pobre y lograr que todos tengan acceso a los servicios básicos y equipamiento por igual.

Dentro de los objetivos principales que se presentan en el Plan municipal de desarrollo urbano 2016-2018 de Metepec se encuentra el llevar a cabo y cumplir con los objetivos para el desarrollo sostenible propuestos por la



Agenda 2030, en especial el objetivo 11 para lograr ciudades y asentamientos humanos más inclusivos. Por lo que para lograr que Metepec sea una ciudad con estas características es importante mejorar las condiciones de accesibilidad a los servicios básicos y equipamiento de la población que se encuentra en situación de pobreza y marginación.

### Hallazgos

De acuerdo a la información analizada en los mapas y datos estadísticos se pudo concluir lo siguiente:

- 59,682 habitantes de un total de 214,172 están en situación de pobreza extrema
- Las localidades con mayor marginación y pobreza se encuentran en San Bartolome Tlatelulco y San Miguel Totocuitlapilco.
- Las localidades con mayor carencia de servicios básicos (energía eléctrica, agua, drenaje) son San Gaspar Tlahuelilpan y San Bartolome Tlatelulco, siendo los servicios más carentes el agua y el drenaje.
- Las localidades con mayor abasto de servicios básicos son San Francisco Coaxusco y San Jorge Pueblo Nuevo.
- Las localidades que presentan mayor desigualdad en la distribución de servicios se encuentran en el sur del municipio y cerca de zonas con uso de suelo agropecuario.
- La mayor parte del equipamiento y espacios públicos del municipio se encuentra ubicado en el centro y norte del municipio.

Condiciones de las localidades de Metepec

Localidad	Población total	Viviendas particulares habitadas	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin energía eléctrica
Metepec	28,205	6,780	132	17	6
San Bartolomé Tlatelulco	11,141	2,724	161	72	19
San Gaspar Tlahuelilpan	8,456	1,848	530	46	15
San Francisco Coaxusco	24,900	6,224	20	6	3
San Jorge Pueblo Nuevo	23,107	6,162	37	25	7

Cuadro 2. Condiciones de las localidades de Metepec, Sedesol, 2015

### Comentarios Finales

A través de los hallazgos encontrados se pudo realizar un análisis de la planeación urbana actual de Metepec, la cual es excluyente, por lo que se encontraron los siguientes resultados.

#### Resumen de resultados

En el análisis realizado de la estructura socio-espacial de Metepec a través de mapas y datos estadísticos se pudo constatar que existe desigualdad en la distribución de servicios básicos (agua potable, luz eléctrica y drenaje) por lo que muchas localidades, principalmente en el sur del municipio no cuentan con estos servicios, deteriorando así las condiciones de vida de la población. Esta situación no permite que las localidades de Metepec sean inclusivas, ya que las localidades que se encuentran en la zona centro y norte del municipio tienen mayor accesibilidad al desarrollo que las localidades que se encuentran en la zona sur, donde además se encuentran los pueblos que presentan mayor marginación urbana.

Debido a esto el municipio presenta un modelo urbano fragmentado y polarizado que representa esta desigualdad.

#### Conclusiones

Es necesario que el municipio de Metepec asegure la accesibilidad de todos sus habitantes a los servicios básicos, al equipamiento e infraestructura en todo el municipio.

Parte de las estrategias que se pueden generar para lograr esta inclusividad es el hacer una propuesta de planeación urbana que permita una distribución igualitaria de todas las zonas del municipio y que permita cubrir las

necesidades de la población, integrar a la población en situación de pobreza y marginación y disminuir la fragmentación y polarización que actualmente existe.

### Referencias

CONEVAL, 2010, “Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social”, México, Consultado el 6 de febrero del 2019. Dirección de internet: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/42685/Mexico\\_054.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/42685/Mexico_054.pdf).

Gobierno del Estado de México. Ayuntamiento de Metepec, 2019, “Bando Municipal de Metepec Estado de México”, Metepec, Estado de México, Consultado por internet el 10 de marzo del 2019. Dirección de internet: [http://www.metepec.gob.mx/pagina/archivo\\_municipal.php#cuerpo](http://www.metepec.gob.mx/pagina/archivo_municipal.php#cuerpo).

Gobierno del Estado de México, 2018, “Plan Municipal de desarrollo urbano de Metepec 2016-2018”, Metepec, Estado de México, Consultado por internet el 6 de febrero del 2019. Dirección de internet: <http://seduym.edomex.gob.mx/metepec>.

Gobierno Federal, 2011, “Estado de las ciudades de México 2011, ONU HABITAT, México, Consultado por internet el 14 de noviembre del 2018, Dirección de internet: <http://bibliotecadigital.imipens.org/uploads/Estado%20de%20las%20Ciudades%20de-Mexico%202010-2011%20-%20SEDESOL.pdf>.

INEGI, 2010, “Censo general de población y vivienda 2010”, México, Consultado por internet el 14 de noviembre del 2018, Dirección de internet: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>.

Montoya Arce Jaciel. “Políticas de planeación urbana en la delimitación de lo metropolitano. El caso de la Zona Metropolitana de Toluca “Papeles de Población. núm. 8. julio-septiembre. 1995. pp. 37-54. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

ONU, 2015, “Agenda 2030 para el desarrollo sostenible”, Buenos Aires, Argentina, Consultado por internet el 6 de febrero del 2019, Dirección de internet: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/>.

SEDESOL, 2015, “Unidad de microrregiones con base en el Censo 2010 INEGI”, México.

Ziccardi, A, 2001, “Pobreza, desigualdad social y ciudadanía Los límites de las políticas sociales en América Latina: Las ciudades y la cuestión social”, Editorial CLACSO, Buenos Aires, Argentina.

# EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE IMPREGNACIÓN CON SALES HIDROSOLUBLES EN MADERA DE ARAUCARIA

M.C. Luz Elena A. Ávila Calderón<sup>1</sup>, Ing. Gerardo Palomares Palomares<sup>2</sup> y M.C. Miriam Sedano Mendoza<sup>3</sup>

**Resumen**— La tecnología de la preservación de la madera involucra diseño, desarrollo y adopción de sistemas para prevenir las diferentes formas de deterioro de la madera. Aunque hay especies de madera que son más durables que otras, ninguna es completamente resistente al deterioro. En el presente estudio se evaluó la eficacia de tres tratamientos de preservación, dos de los cuales son sin presión: inmersión simple y baño caliente-frío; y uno con presión: método Bethell, utilizando madera de *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco con sales hidrosolubles CCA (arsenato de cobre cromado) tipo C a una concentración del 1 %. Se encontró una diferencia significativa entre las retenciones obtenidas de los tres tratamientos de impregnación para la madera en estudio. El mejor tratamiento fue el de presión.

**Palabras clave**— inmersión, baño caliente-frío, presión, CCA-C.

## Introducción

La *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco o *Araucaria excelsa* var. *glauca* Carrière (RBG, 2013), conocida comúnmente como araucaria, es nativa de la isla de Norfolk en el Océano Pacífico. La especie hoy en día se cultiva extensamente como un árbol de ornato en las áreas tropicales y subtropicales y se siembra en las áreas templadas. La madera de la araucaria es de un color de crema a moreno claro y tiene una densidad de 0.44 g/cm<sup>3</sup>. La contracción total es de 3.5 % en la dirección transversal y de 0.27 %, en la longitudinal. La madera es rígida, moderadamente fuerte tanto en su resistencia a la flexión y a la compresión, y moderadamente dura, comparable a los abetos de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) (Francis y Lowe, 2000).

Las especies de este género presentan una durabilidad natural que va de moderadamente resistente a no resistente (Hall y Witte, 2004). Para mejorar esta condición, la madera debe impregnarse con sustancias preservantes que eviten el deterioro biológico y por tanto puedan incrementar su vida útil en servicio. Es importante tener en consideración la cantidad y el tipo del preservante que debe existir en la madera, con base en el servicio al que será destinada. El incremento de su durabilidad sólo se logrará si la elección del método de tratamiento es el adecuado (Erdoiza y Castillo, 1986).

En el presente estudio se evalúa la eficacia de tres métodos de impregnación. Dos son sin presión: inmersión simple y baño caliente-frío; y uno con presión: método Bethell. Se utilizó madera de araucaria con sales hidrosolubles CCA (arsenato de cobre cromado) tipo C a una concentración del 1.0 %.

## Descripción del Método

### *Habilitación de probetas*

Se elaboraron 18 probetas de 20 mm x 20 mm x 300 mm para cada uno de los tratamientos de impregnación de madera de albura de *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco. Las probetas fueron secadas al aire libre y acondicionadas a un contenido de humedad (CH) del 12 % por un periodo de 22 días en una cámara de climatización. Las testas de las probetas fueron selladas con pintura vinílica. A las probetas utilizadas en todos los tratamientos se les midió espesor, ancho y longitud con precisión de 0,01 mm y se pesaron con precisión de 0,001 g en una balanza digital, antes de ser ingresadas a cada tratamiento.

### *Preparación de sales preservantes*

Se preparó una solución preservante de sales hidrosolubles al 1 % (p/p) a partir de una solución concentrada de sales de arsenato de cobre cromado tipo C (CCA-C) marca OSMOSE al 72 % de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-C-178-ONNCCE-2014 (ONNCCE, 2014a).

<sup>1</sup> La M.C. Luz Elena Alfonsina Ávila Calderón es Profesora Investigadora de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. lea.avilacalderon@gmail.com (autor correspondiente).

<sup>2</sup> El Ing. Gerardo Palomares Palomares es Ingeniero soporte técnico papel. Biopappel Scribe Planta Morelia. gpp8601@gmail.com

<sup>3</sup> La M.C. Miriam Sedano Mendoza es Profesora Investigadora de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Unidad Profesional Hidalgo, Michoacán, México. mrrmsdn36@gmail.com

*Métodos de impregnación*

El tratamiento de inmersión se efectuó en un recipiente con la solución preservante en el que se depositaron las probetas con separadores y contrapesos para evitar que flotarán al inicio del proceso. El tiempo total de inmersión fue de 24 horas. El tratamiento de baño caliente-frío constó de dos etapas: las probetas se colocaron en un baño de agua de 60 °C de temperatura por un periodo de 8 horas; al término de esa etapa, se trasladaron a un baño de solución preservante fría durante 16 horas para completar un tiempo total de tratamiento de 24 horas. El tratamiento de presión se realizó en una autoclave experimental siguiendo el proceso de célula llena o método Bethell con una presión de 12.5 kg/cm<sup>2</sup>. Una vez finalizados cada uno de los tratamientos de impregnación, las probetas se dejaron escurrir, se pesaron, se registraron los valores obtenidos y se secaron al aire libre durante 10 días.

*Determinación de la absorción y de la retención*

Para determinar la retención y la absorción de los preservantes se siguió la metodología propuesta por Ávila et al. (2012) como se describe a continuación:

La absorción (A), cantidad total de preservante que queda en la madera después de la impregnación, se calculó según la ecuación:

$$A = \frac{(P_2 - P_1)}{V}; \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Donde:

- P<sub>1</sub> = Peso de la probeta antes del tratamiento.
- P<sub>2</sub> = Peso de la probeta después del tratamiento.
- V = Volumen de la probeta tratada.

Con los resultados de absorción obtenidos, se realizó la clasificación con base en la propuesta de JUNAC (1988) (Cuadro 1).

Clasificación	Absorción	
	Albura	Duramen
Absorción alta (AA)	Más de 200 kg/m <sup>3</sup>	Más de 200 kg/m <sup>3</sup>
Absorción buena (AB)	De 150 a 200 kg/m <sup>3</sup>	De 100 a 149 kg/m <sup>3</sup>
Absorción mala (AM)	De 100 a 149 kg/m <sup>3</sup>	De 50 a 99 kg/m <sup>3</sup>
Absorción nula (AN)	De 50 a 99 kg/m <sup>3</sup>	Menos de 49 kg/m <sup>3</sup>

Cuadro 1. Clasificación de la absorción (Adaptado de JUNAC, 1988).

La retención (R) es equivalente a la absorción neta y se expresa en kilogramos de sustancia activa (óxido del preservante) por metro cúbico de madera. Se determinó mediante la siguiente relación, donde C es la concentración de la solución.

$$R = A \cdot \frac{C}{100}; \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

En cuanto a la retención, los métodos se clasificaron de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-C-322-ONNCCE-2014 “Industria de la construcción-Madera preservada a presión-Clasificación y requisitos” (Cuadro 2) (ONNCCE, 2014b).

Niveles de riesgo	Clasificación	CCA kg/m <sup>3</sup> (lb/pie <sup>3</sup> )
R1	Madera en interiores, ambiente seco y ventilado.	4.00 (0.25)
R2	Madera en interiores, mal ventilada, sujeta a posibles fuentes de humedad o en exteriores pero bajo cubierta.	6.40 (0.40)
R3	Madera en exteriores, de uso estructural, expuesta a la humedad.	9.60 (0.60)
R4	Madera en exteriores, en contacto con la tierra o con agua dulce.	12.8 (0.80)
R5	Madera en contacto con el agua salada o salobre.	40.0 (2.50)

Cuadro 2. Retención mínima recomendada del preservante CCA (ONNCCE, 2014b).

*Determinación de penetración*

La penetración es la distancia que cubre el preservante de la superficie al centro de la pieza de madera. Se midió por métodos colorimétricos de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-C-410-ONNCCE-1999 (ONNCCE,1999).

Después de la identificación de la presencia de las sustancias activas del preservante, se procedió a su clasificación con los criterios propuestos por JUNAC (1988) (cuadro 3).

Clasificación	Descripción
Total regular (TR)	Cuando toda la sección está penetrada con concentración uniforme.
Total irregular (TI)	Cuando en la zona penetrada existen lagunas muy pequeñas con secciones de mayor concentración.
Parcial regular (PR)	Cuando la zona penetrada es periférica y más o menos uniforme.
Parcial irregular (PI)	Cuando la zona penetrada es periférica y presenta lagunas. No sigue un patrón fijo.
Parcial vascular (PV)	Cuando la penetración se realiza siguiendo los elementos de conducción (penetración longitudinal).
Penetración nula (PN)	Cuando no existe penetración significativa en la zona examinada.

Cuadro 3. Clasificación de la penetración (JUNAC, 1988).

*Determinación de la tratabilidad*

Una vez determinadas las absorciones y las penetraciones se designó la tratabilidad de la madera para cada tipo de impregnación (cuadro 4).

Grupo	Clasificación	Descripción
I	Fácil de tratar (FT)	Absorción alta (AA) y penetración total regular e irregular (TR y TI).
II	Moderadamente tratable (MT)	Absorción buena (AB) y penetración parcial regular e irregular (PR y PI).
III	Difficil de tratar (DT)	Absorción mala (AM) y penetración parcial vascular (PV).
IV	Imposible de tratar (IT)	Absorción nula (AN) y penetración nula (PN).

Cuadro 4. Clasificación de la tratabilidad (JUNAC, 1988).

*Diseño experimental.*

El experimento para la retención se realizó empleando un diseño completamente al azar con 18 repeticiones para cada uno de los tres tratamientos. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para indicar si hay diferencia significativa a un nivel de  $\alpha = 0.5 \%$ . Se utilizó el paquete STATISTICA 7.0. El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación correspondiente al nivel (i) del tratamiento de impregnación.

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto producido por el nivel i-ésimo de los métodos de impregnación (inmersión, baño caliente frío y presión).

$\epsilon_{ij}$  = Error atribuible a la medición  $Y_{ij}$

Se realizó también la prueba de Diferencia Significativa Honesta (DSH) de Tukey con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha=0,05$ ) partiendo de la hipótesis planteada a continuación:

$H_0$ : efecto del tratamiento de impregnación (A) = 0

$H_1$ : efecto del tratamiento de impregnación (A)  $\neq$  0

**Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos de absorción, retención y penetración se reportan en el cuadro 5. La absorción fue alta (AA) para los métodos de inmersión simple y presión; y fue mala (AM) para el método de baño caliente-frío. En la literatura se reportaron absorciones mayores para otras maderas de gimnospermas impregnadas con sales CCA a presión por el método Bethell: e.g. en *Pinus ponderosa* (636.9 kg/m<sup>3</sup>) (Keil et al., 2015), *Pinus arizonica* (578,1 kg/m<sup>3</sup>), *Pinus engelmanni* (548.9 kg/m<sup>3</sup>) y *Pinus patula* (550.7 kg/m<sup>3</sup>) (Machuca et al., 2006). No obstante, fueron



determinadas absorciones menores (cuando se emplearon tratamientos con presión) en maderas de angiospermas como *Manilkara zapota* (176.4 kg/m<sup>3</sup>), *Quercus laurina* (157.3 kg/m<sup>3</sup>) y *Quercus insignis* (134.1 kg/m<sup>3</sup>) (Machuca et al., 2006), lo cual difiere de las absorciones obtenidas en este trabajo para los métodos de presión, inmersión e incluso baño caliente-frío.

La absorción se ve afectada, no únicamente debido al tipo de preservante y al método de impregnación, sino por la permeabilidad de la madera a impregnar. La permeabilidad de la madera indica la facilidad o la dificultad con la cual los fluidos pueden transportarse dentro de ella. Las características que influyen en ésta son la estructura anatómica, los constituyentes químicos (extractivos), el diámetro de las células, las punteaduras y la relación de anisotropía, entre otros aspectos (Salvo, 2004; Erdoiza y Castillo, s/f). Tal variación de la permeabilidad puede explicar la diferencia de los resultados obtenidos en este trabajo respecto a los reportados para otras especies tratadas en condiciones similares de impregnación.

En cuanto a los valores de retención obtenidos, sólo el método por presión alcanzó el valor requerido para que la madera pueda ser empleada en el nivel de riesgo 1: madera en interiores, ambientes secos y ventilados (Cuadro 2). Para optimizar los resultados y que los tratamientos alcancen la mínima retención requerida, es posible subir la concentración del preservante a 1.6 % y 2.7 % para los métodos de inmersión y baño caliente-frío respectivamente.

Entre los tratamientos sin presión, se considera que el método de inmersión simple es menos efectivo que el de baño caliente-frío (Cruz, 2010, Ávila et al., 2012) por lo que se esperarían retenciones menores en el primero. Sin embargo, se reporta que algunas especies tienen mejor desempeño tratadas por inmersión que por baño. Tal es el caso de la madera de *Tamarindus indica* (retenciones 2.6 kg/m<sup>3</sup> y 0.8 kg/m<sup>3</sup> por inmersión y baño, respectivamente, con azoles de cobre; y retenciones 3.6 kg/m<sup>3</sup> y 1.0 kg/m<sup>3</sup> por inmersión y baño, respectivamente, con sales de boro) (Magaña et al., 2015). Díaz et al. (2013) también obtuvieron retenciones más bajas por el método de baño caliente-frío (2.10 kg/m<sup>3</sup> para sales de boro y 2.09 kg/m<sup>3</sup> para sales de cobre azol) que las obtenidas por el método de inmersión (3.01 kg/m<sup>3</sup> para sales de boro y 2.88 kg/m<sup>3</sup> para sales de cobre azol) empleando madera de *Quercus rugosa*.

La penetración para los métodos sin presión fue parcial regular (PR) de 1 mm, mientras que para el método de presión fue total regular (TR). Keil et al. (2015) obtuvieron resultados similares para la gimnosperma *Pinus ponderosa* impregnada a presión con sales CCA. Sanjurjo (1992) llegó a una conclusión semejante para *Tachigalia longiflora* impregnada con sales CCA por baño caliente-frío.

Respecto a la tratabilidad, se tuvo que la madera de araucaria es fácil de tratar (FT) por el método de presión; de fácil (FT) a moderadamente tratable (MT) por inmersión simple; y de difícil (DT) a moderadamente tratable (MT) por baño caliente-frío.

Tratamiento	Absorción		Retención kg/m <sup>3</sup>	Penetración		Tratabilidad
	kg/m <sup>3</sup>	Clasificación		Tipo	Profundidad mm	
Inmersión simple	256.2 (±41.0)	AA	2.6 (±0.4)	PR	1	FT - MT
Baño caliente-frío	146.6 (±8.8)	AM	1.5 (±0.1)	PR	1	MT - DT
Presión	461.7 (±42.2)	AA	4.6 (±0.4)	TR	-	FT

Cuadro 5. Resultados de la impregnación de la madera de araucaria.

AA: Absorción alta. AM: Absorción mala. PR: Parcial regular. TR: Total regular. FT: Fácil de tratar. MT: Moderadamente tratable. DT: Difícil de tratar.

De acuerdo con el ANOVA realizado (Cuadro 6), se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos de impregnación. La retención por presión fue mayor que en los otros tratamientos. En la Figura 1, se muestran las medias de los tratamientos de acuerdo al Análisis de varianza y en el Cuadro 7, los resultados de la prueba de DSH de Tukey.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
Intercepto	448.3585	1	448.3585	3800.349	0.00
Tratamiento	92.0920	2	46.0460	390.292	0.00
Error	6.0169	51	0.1180		

Cuadro 6. ANOVA para la retención de los tres métodos de impregnación en madera de araucaria.

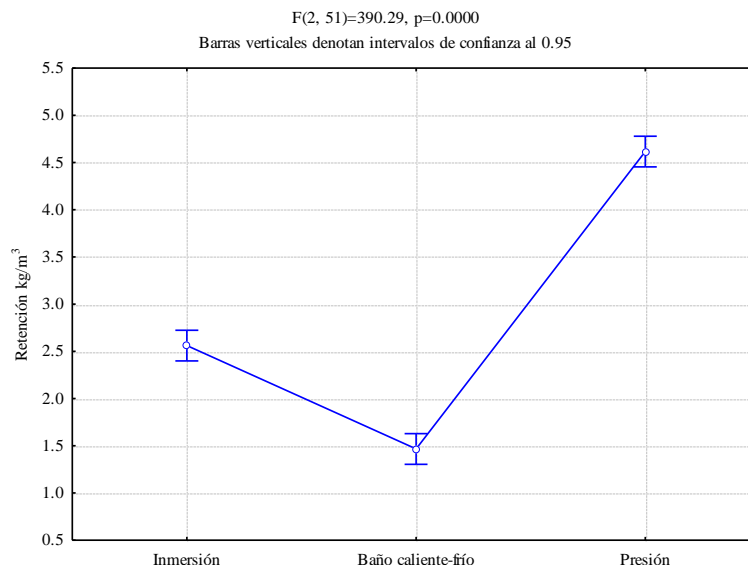


Fig. 1 Gráfica de medias de los métodos de impregnación en madera de araucaria.

Tratamiento	Retención	1	2	3
Baño caliente-frío	1.466204	****		
Inmersión	2.561574		****	
Presión	4.616667			****

Cuadro 7. Prueba DSH de Tukey para los métodos de impregnación en madera de araucaria ( $\alpha=0,05$ ).

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se probó el comportamiento a la impregnación de la madera de *Araucaria heterophylla*. Se obtuvieron retenciones de 1.5 kg/m<sup>3</sup> a 4.6 kg/m<sup>3</sup> de sales CCA con penetraciones de parciales regulares a totales regulares. El método más efectivo fue el de presión, seguido del método de inmersión y por último el de baño caliente-frío. Se encontró diferencia significativa entre los tres métodos ( $P<0.01$ ).

#### Conclusiones

El método de presión resultó el mejor a razón de los valores de absorción, retención, penetración y tratabilidad obtenidos. Contrario a lo esperado, el método de baño caliente-frío resultó el menos efectivo.

#### Recomendaciones

Se sugiere utilizar concentraciones mayores de los preservantes o periodos de tratamientos más largos para lograr los niveles de riesgo adecuado según el uso que se le dará a la madera.

### Referencias

Ávila Calderón, L. E. A.; Herrera Ferreyra, M. A.; Raya González, D. 2012. Preservación de la madera en México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 152 p.

Cruz de Laón, J. 2010. Manual para la protección contra el deterioro de la madera. Comisión Nacional Forestal. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 89 p.

Díaz López JA, Ávila Calderón LEA, Herrera Ferreyra MA. 2013. Evaluación de la madera de *Quercus rugosa* Née impregnada con boro y cobre azul mediante métodos de inmersión, baño caliente-frío y vacío-presión. XI Congreso Mexicano de Recursos Forestales. 187 p.

Erdoiza Sordo, J. J. y Castillo, I. 1986. Técnicas para la determinación de la retención y penetración de las sustancias preservadoras dentro de la madera. La madera y su uso de la construcción. Bol. Téc. No. 20. Instituto de Ecología. México.

Francis, J.K.; Lowe, C.A. 2000. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Reporte Técnico General IITF-15. United States Department of Agriculture (USDA). 571 p.

Hall, M; Witte, J. 1998. Maderas del sur de Chile. Árboles, aplicaciones y procesos. Editorial Universitaria. Chile. 92 p.

JUNAC (Junta del Acuerdo de Cartagena). 1988. Manual del Grupo Andino para la preservación de maderas. Carvajal. Perú.

Keil, G.; Tonelio, M.L.; Maly, L.; Refort M.M. 2015. Evaluación de la eficiencia ignífuga de soluciones hidrosolubles en la impregnación de madera de *Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws. Revista Forestal Yvyrareta 22: 59-65 p.

Machuca Velasco, R.; Fuentes Salinas, M.; Borja de la Rosa, A. 2006. Absorción de soluciones preservantes de nueve especies de maderas, mediante procesos de impregnación a vacío - presión e inmersión. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 12(1): 71-78 p.

Magaña Magaña, M.B.; Ávila Calderón, I.E.A.; Herrera Fernández, A.C. 2015. Evaluación de la madera de *Tamarindus indica* L. impregnada con sales de boro y cobre azol mediante los métodos de inmersión y baño caliente-frío. Compendio Investigativo de Academia Journals Celaya 2015. 17: 3314-3317 p.

ONNCCEE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación). 1999. Norma Mexicana NMX-C-410-ONNCCEE-1999. Industria de la Construcción – Vivienda de madera – Retención y penetración de sustancias preservantes de madera – Métodos de prueba. México.

ONNCCEE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación). 2014a. Norma Mexicana NMX-C-178-ONNCCEE-2014 Industria de la Construcción – Preservadores para Madera – Clasificación y Requisitos. México.

ONNCCEE (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación). 2014b. Norma Mexicana NMX-C-322-ONNCCEE-2014. Industria de la construcción – Madera preservada a presión – Clasificación y requisitos. México.

Royal Botanic Gardens, 2013. The Plant List. <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-14360>

Salvo, L. (2004). Relación de la estructura anatómica con la permeabilidad y tasa de secado de la madera de *Pinus radiata* D. Don. Maderas. Ciencia y tecnología, 6(1), 85. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2004000100007>

Sanjurjo Vilchez, J. 1992. Preservación con pentaclorofenol y sales CCA por baño caliente-frío de la *Tachigalia longiflora* Ducke. (tangarana). Folia amazonica 4(1):81-99 p.

Proyecto de investigación financiado por CIC-UMSNH.

# LA IMPORTANCIA DE LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS PARA CRECIMIENTO DE LAS PYMES

Nicolás Aviña Castro M.A.<sup>1</sup>, M.A. Eva Selene Valencia Juárez<sup>2</sup>, Dr. Franco Rivera Guerra<sup>3</sup>,  
Dr. Omar Jehovani López Orozco<sup>4</sup>, C.P. Marcos Ortiz Arceo<sup>5</sup>

**Resumen**— Un manual de procedimientos es un instrumento administrativo que apoya el quehacer cotidiano de las diferentes áreas de una empresa ya sea mediana, pequeña o gran empresa. La importancia de este instrumento radica en que permite realizar cada proceso de la empresa de manera ordenada y precisa para el buen funcionamiento de la misma. Generalmente las empresas nuevas pueden fracasar, entre otros motivos, porque no conocen bien la actividad que pretenden desarrollar; no tienen un procedimiento claro y bien definido para llevar el producto al mercado, se atrasan en el inicio por falta de un manual de procedimiento de compras. El presente estudio investiga la práctica de utilizar manuales de procedimientos por parte de las pequeñas y microempresas en su operación y como una forma de mejorar sus servicios y productos.

**Palabras clave**—Manual de procedimientos, proceso.

## Introducción

Un manual de procedimientos, contiene las políticas y los procedimientos a seguir en la ejecución de un trabajo, con ilustraciones, diagramas, cuadros y dibujos que describen el proceso. En los manuales de procedimientos de oficina se incluyen también las formas que se utilizarán en los procedimientos en concreto nos indica “como se va a hacer el trabajo

La importancia de los manuales radica en que ellos explican de manera detallada los procedimientos dentro de una organización; a través de ellos logramos evitar grandes errores que se suelen cometer dentro de las áreas funcionales de la empresa. Estos pueden detectar fallas que se presentan con regularidad, evitando la duplicidad de funciones.

Además son de gran utilidad cuando ingresan nuevas personas a la organización ya que le explican todo lo relacionado con la misma, desde su reseña histórica, haciendo referencia a su estructura organizacional, hasta explicar los procedimientos y tareas de determinado departamento.

En los manuales de procedimientos son consignados, metódicamente tanto las acciones como las operaciones que deben seguirse para llevar a cabo las funciones generales de la empresa. Además, con los manuales puede hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades anteriormente programadas en orden lógico y en un tiempo definido. Los procedimientos, en cambio, son una sucesión cronológica y secuencial de un conjunto de labores concatenadas que constituyen la manera de efectuar un trabajo dentro de un ámbito predeterminado de aplicación.

Todo procedimiento implica, además de las actividades y las tareas del personal, la determinación del tiempo de realización, el uso de recursos materiales, tecnológico y financiero, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones de una empresa.

## Definición del problema

Algunos negocios no contemplan que, a medida que aumentan las ventas, no solo se necesitan más fondos para sostener el crecimiento sino para mejorar la operación. Y finalmente sino se cuenta con manuales de procedimientos, que indican cual es el perfil de la persona que debe buscar y el perfil de la persona que se debe incorporar y buscar, será aún más problemático el despegue y una operación eficiente.

Es un medio que permite registrar y transmitir en forma ordenada y sistemática la información de una organización,

<sup>1</sup> El M.A. Nicolás Aviña Castro es docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, México, [nicolas@itsa.edu.mx](mailto:nicolas@itsa.edu.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Franco Rivera Guerra es Docente de la carrera de gestión empresarial del Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, México. [franco@itsa.edu.mx](mailto:franco@itsa.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> La M.A. Eva Selene Valencia Juárez es docente de la carrera de Ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, México [selene@itsa.edu.mx](mailto:selene@itsa.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Omar Jehovani López Orozco es docente de la carrera de Ingeniería en sistemas computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, México, [omar.lopez.orozco@gmail.com](mailto:omar.lopez.orozco@gmail.com)

<sup>5</sup> El C.P. Marcos Ortiz Arceo es Docente de la carrera de Contador público del Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, México. [ortiz@itsa.edu.mx](mailto:ortiz@itsa.edu.mx)

ya que contiene la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una pequeña o mediana empresa (pyme) y su interrelación con otra áreas, identificando los puestos a áreas que intervienen, precisando su responsabilidad y participación. Permite conocer el funcionamiento interno, relacionado con las tareas, requerimientos y los puestos responsables de su ejecución. Básicamente, proporciona información para orientar al personal respecto a cómo funciona la organización.

Los manuales se elaboran con el fin de eliminar trabajo innecesario y estimular un análisis de los procedimientos y responsabilidades. Entre los elementos mas eficaces para la toma de decisiones en la administración destaca el relativo a los manuales administrativos, ya que facilitan el aprendizaje de la organización, por una parte y, por la otra proporcionan la orientación precisa que requiere la acción humana en las unidades administrativas, a nivel operativo o de ejecución, pues son una fuente de información para orientar y mejorar los esfuerzos de un empleado al realizar las tareas que se le han encomendado.

Existen diferentes tipos de manuales, atendiendo a diferentes criterios:

- Por su contenido general: Manual de organización, de procedimientos, de políticas, de contenido múltiple.
- Por su función específica: Manual de producción, de compras, de ventas, de finanzas, de contabilidad, de crédito y cobranza de personal, etcétera.
- Por procedimiento específico y selección, auditoria interna, políticas de personal, tesorería, etcétera.

De acuerdo con la clasificación y grado de detalle, los manuales administrativos permiten cumplir con los siguientes objetivos:

- a) Instruir al personal respecto a objetivos, funciones, relaciones, políticas, procedimientos, normas, etcétera.
- b) Precisar las funciones y relaciones de cada unidad administrativa para deslindar responsabilidades, evitar duplicidad y detectar omisiones.
- c) Coadyuvar a la ejecución correcta de las labores asignadas al personal y propiciar la uniformidad en el trabajo.
- d) Servir como medio de integración y orientación al personal de nuevo ingreso, facilitando su incorporación a las distintas funciones operacionales.
- e) Proporcionar información básica para la planeación e implementación de reformas administrativas.
- f) Facilitar el funcionamiento interno mediante la descripción de tareas, ubicación, requerimientos y puestos responsables de su ejecución.
- g) Auxiliar a la inducción del puesto y en el adiestramiento y capacitación del personal, ya que describen en forma detallada las actividades de cada puesto.
- h) Analizar o revisar los procedimientos de un sistema. Permite la consulta de todo el personal.
- i) Facilitar las tareas de simplificación de trabajo como análisis de tiempos, delegación de autorización, etcétera.
- j) Facilita establecer un sistema de información o bien, modificar el ya existente.
- k) Uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria.
- l) Determinar en forma sencilla las responsabilidades por fallas o errores. Facilita las labores de auditoria interna y la evaluación del control interno.
- m) Aumentar la eficiencia de los empleados, indicándoles lo que deben hacer y como hacerlo.
- n) Mejorar la condición de actividades y evitar duplicaciones.
- o) Construir una base para evaluar el trabajo, y mejorar los procedimientos, métodos y sistemas.

*Formulación del problema:*

¿Cuál es la importancia de la elaboración de un manual de procedimientos?

¿Cuál debe ser el contenido de un manual de procedimientos?

¿Cómo elaborar un manual de procedimientos?

¿Qué metodología utilizar para la elaboración de un manual de procedimientos?

*Objetivo*

El presente artículo hace un análisis sobre la importancia de que las empresas, no importa su tamaño o giro, cuenten con manuales de procedimientos para asegurar la operación de sus procesos, además describe la manera de elaborarlos.

### **Descripción del Método**



Este artículo es resultado de una investigación documental mediante el análisis de diferentes fuentes de información, por su finalidad es descriptiva, plantea una propuesta para la estandarización de procesos dentro de una empresa.

### Comentarios Finales

En el caso de empresas pequeñas con un solo Manual para toda la organización puede ser suficiente. Sin embargo, dado que la mayoría de las organizaciones tienen definidas las principales áreas del negocio (mercadotecnia, ventas, recursos humanos, finanzas, calidad, producción, ingeniería, proyectos, administración, etc.) es conveniente por aspectos de control y facilidad del manejo de información que cada área tenga su propio Manual de políticas y procedimientos. En el caso de que una área sea demasiado grande y maneje áreas o departamentos más pequeños, se podría decidir autorizar también a esas áreas o departamentos a tener sus propios Manuales para asegurar consistencia en toda la organización las únicas personas autorizadas para aprobar políticas o procedimientos son los Responsables, Directores o Gerentes del primer nivel jerárquico.

Por supuesto, cada área solamente incluirá en su Manual las políticas y procedimientos en que esté directamente relacionado. Es decir, cada área tendrá solamente aquellos documentos que por sus funciones maneje cotidianamente, sean estos políticas y procedimientos que su propia área haya generado y políticas y procedimientos en que esté directamente relacionado con otras áreas. Cualquier persona de la organización que tenga deseos de colaborar con el desarrollo de los Manuales, podrá elaborar políticas o procedimientos siempre y cuando se le de un adecuado entrenamiento.

#### Resumen de resultados

La elaboración de Manuales de políticas y procedimientos implica en primer lugar definir las funciones y responsabilidades de cada una de las áreas que conforman la organización, incluso, en algunos casos lo primero que hay que hacer es definir las áreas, agrupando o separando funciones según sea lo más conveniente, para hacer frente al mercado y cumplir con su misión.

Los capítulos en que puede estar dividido el Manual de políticas y procedimientos del área, está en función de las actividades y responsabilidades que realiza dicha área. Esto significa que a pesar de que en todas las áreas se tengan Manuales de políticas y procedimientos, los contenidos de cada uno de ellos sean distintos. Aunque por supuesto, habrá políticas y procedimientos que estén repetidas en más de un área debido al alcance de dicha política o procedimiento.

Las ventajas de contar con manuales de procedimientos son:

- a. Auxilian en el adiestramiento y capacitación del personal.
- b. Auxilian en la inducción al puesto.
- c. Describen en forma detallada las actividades de cada puesto.
- d. Facilitan la interacción de las distintas áreas de la empresa.
- e. Indican las interrelaciones con otras áreas de trabajo.
- f. Permiten que el personal operativo conozca los diversos pasos que se siguen para el desarrollo de las actividades de rutina.
- g. Permiten una adecuada coordinación de actividades a través de un flujo eficiente de la información.
- h. Proporcionan la descripción de cada una de sus funciones al personal.
- i. Proporcionan una visión integral de la empresa al personal.
- j. Se establecen como referencia documental para precisar las fallas, omisiones y desempeños de los empleados involucrados en un determinado procedimiento.
- k. Son guías del trabajo a ejecutar.

Para elaborar un manual de procedimientos hay que seguir los siguientes pasos:

1. Definir el contenido:
  - Introducción.
  - Objetivos.
  - Áreas de aplicación.
  - Responsables.
  - Políticas.
  - Descripción de las operaciones.
  - Formatos.
  - Diagramas de flujo.
  - Terminología.

2. Recopilación de información.
  3. Estudio preliminar de las áreas.
  4. Elaboración de inventario de procedimientos.
  5. Integración de la información.
  6. Análisis de la información.
  7. Graficar los procedimientos.
  8. Revisión de objetivos, ámbito de acción, políticas y áreas responsables.
  9. Implantación y recomendaciones para la simplificación de los procedimientos.
- La presentación es muy importante, para lo cual hay que considerar:
    - a. Logotipo.
    - b. Nombre de la empresa.
    - c. Lugar y fecha de elaboración.
    - d. Responsables de la revisión y autorización.
    - e. Índice con la relación de capítulos que forman el manual.
    - f. Carátula, portada, índice general, introducción, parte sustancial del manual, diagramas y anexos.
    - g. Formatos de hojas intercambiables para facilitar su revisión y actualización en tamaño carta u oficio.
    - h. Utilizar el método de reproducción en una sola cara de las hojas.
    - i. Utilizar separadores de divisiones para los capítulos y secciones del manual.

#### Revisión, aprobación, distribución e implantación

Una vez concluido el documento tiene que ser revisado para verificar que la información esté completa, que sea veraz y no tenga contradicciones.

El responsable de cada área de la empresa debe aprobar el contenido para su impresión, difusión y distribución con los ejecutivos y empleados que deben tenerlo. Para implantar el manual se requiere capacitar al personal encargado de realizar las actividades.

#### Actualización

Es necesario mantener los manuales permanentemente actualizados. Mediante revisiones periódicas, a fin de tenerlos apegados a la realidad de la operación.

#### Conclusiones

Sin duda existen infinidad de técnicas y métodos de análisis de problemas que pueden utilizarse y ser efectivos para la planeación estratégica y la elaboración de planes de desarrollo pero los criterios que se ponderaron para el conjunto de técnicas que se integró para conformar la metodología que se utilizó en la elaboración del plan de desarrollo económico se seleccionó en función de su economía en tiempo, su efectividad para la obtención de la información requerida para el plan, su sencillez a la hora de aplicar las técnicas en las mesas de trabajo y en función de las características de los participantes de los diferentes sectores.

Considerando también la cultura organizacional que prevalece en la región caracterizada por la resistencia a la profesionalización y al trabajo conjunto para la solución de problemas y el hecho de que como empresarios y representantes de instituciones gubernamentales y educativas disponen de poco tiempo por la atención que demandan sus obligaciones.

#### Recomendaciones

Las principales razones para implementar un manual de procedimientos son:

1. El contar con un manual de procesos, permite a una empresa estandarizar sus conocimientos para todo el personal. Sobre todo es importante, ya que el producto y servicio entregado a los clientes será siempre el mismo, sin importar quien lo elabore. Es importante no solo documentar los procesos, sino capacitar al personal para lograr que se cumpla lo que está escrito. Además, cuando los colaboradores tienen acceso al manual de procesos, conocen las implicaciones que tiene su cliente interno, al no recibir un producto conforme. Esto permitirá además, disminuir las posibles fallas y los re procesos a la hora de producir tu producto o servicio.

2. Permite consultar información, al documentar tus actividades, el personal sabrá adonde buscar cuando tu cliente tenga una consulta o el mismo tenga una duda en su proceso, también el consultar información en el manual de procesos, permitirá que tus colaboradores se familiaricen con el manual y lo empezarán a utilizar con más frecuencia.

3. Es más fácil capacitar al personal cuando tienes un manual de procesos actualizado. Esto te permitirá que los nuevos colaboradores, empiecen leyendo el manual y se enamoren de la cultura de tu negocio.

4. Permite la apertura a la mejora continua, la mejora continua se construye por medio de: encuestas de satisfacción, resultados de auditoría, requerimientos de alta gerencia, etc. También por el aporte de cada uno de los empleados que “opera” el proceso, al simplificar las actividades. (<http://procemconsultores.com>)

### Referencias

<http://procemconsultores.com>

<http://www.grupoalbe.com/manuales-de-politicas-importancia-de-los-manuales/>

# PLAN ESTRATÉGICO PARA EL DESARROLLO DEL TALENTO HUMANO A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA SATISFACCIÓN LABORAL DENTRO DE UNA EMPRESA PURIFICADORA DE AGUA EN IRAPUATO, GTO

Ayala Fonseca Mayra Janete<sup>1</sup>, Torres Zárate Johana Paola<sup>2</sup>,

**Resumen**— El presente proyecto pretende realizar un plan estratégico para mejorar la satisfacción laboral del personal dentro de una empresa purificadora de agua en Irapuato, Gto., donde el problema es la falta de reconocimiento de la empresa hacia su personal. Actualmente el fenómeno de la satisfacción laboral genera un desarrollo en el talento humano y ambientes laborales agradables dentro de las organizaciones. Dicho problema se detectó mediante un diagnóstico del clima laboral que mide las variables que afectan la satisfacción laboral; es decir, participación, relaciones interpersonales, liderazgo, comunicación y reconocimiento. Con los resultados se elaboró una propuesta que consiste en aportar incentivos. Esta estrategia logró incrementar y reforzar el nivel de satisfacción laboral en el caso de estudio. Y su metodología pretende ser aplicada en el mismo sector de empresas en crecimiento y así contribuir a su desarrollo organizacional.

**Palabras clave**— clima laboral, diagnóstico del clima laboral, estrategia, liderazgo, satisfacción laboral.

## Introducción

En la actualidad las empresas pequeñas como grandes tienden a tener problemas en alguno de sus departamentos o con sus empleados, por lo que acuden a la realización de un diagnóstico de clima organizacional para detectar el problema real dentro de ésta y generar una propuesta para la mejora del problema y posteriormente su aplicación. Cuando se habla de diagnóstico, se generan ideas, conceptos y algunos principios de autores o investigaciones por su propia autoría. Es importante saber que el diagnóstico es un estudio general de la empresa para conocer la situación en la que se encuentra e identificar el problema y con base a los resultados del diagnóstico realizado generar una posible solución al problema o situación a considerar. Cada vez más empresas están interesadas en conocer la satisfacción laboral de sus empleados, con la finalidad de mejorarla para obtener mejores resultados y un mejor ambiente laboral en sus empresas u organizaciones.

Según Maslow (1991) explica que el ser humano raramente alcanza un grado de satisfacción completa, excepto en breves periodos de tiempo. Tan pronto se satisface un deseo, aparece otro en su lugar. Comenta que hay dos hechos importantes: primero, que el ser humano nunca está satisfecho, excepto de una forma relativa y segundo, esas necesidades parecen ordenarse en una especie de jerarquía de predominio.

Este trabajo trató sobre un diagnóstico de clima laboral para una purificadora de agua en Irapuato, Gto, en dónde se implementaron métodos y posibles teorías para la buena administración y el buen desarrollo humano de la empresa purificadora, teniendo en cuenta la información que se llegó proporcionar en el período del trabajo y así cumplir el objetivo general. Se desarrollaron encuestas a los empleados de la purificadora, y de acuerdo a la encuesta de Parada (2012), se detectaron las áreas de oportunidad de acuerdo a las categorías dentro de la purificadora que se propuso, las cuales son la parte de reconocimiento, comunicación, relaciones interpersonales, liderazgo y participación.

## Descripción del Método

En la purificadora de agua ubicada en Irapuato, Gto., se realizó un diagnóstico laboral para conocer el nivel de satisfacción de los trabajadores en la empresa, en la cual se tuvieron en cuenta las variables que fueron el reconocimiento, la comunicación, las relaciones interpersonales, el liderazgo y la participación. En los resultados se obtuvieron las variables estables excepto en la variable de reconocimiento, ya que los empleados no se encuentran satisfechos en su trabajo con las actividades que efectúan.

<sup>1</sup> Ayala Fonseca Mayra Janete es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Irapuato, Guanajuato. mayra16\_fonseca@hotmail.com (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Torres Zárate Johana Paola es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Irapuato, Guanajuato jpaolatz@outlook.com

Según Taylor (1911) asume que la satisfacción en el trabajo, está totalmente relacionada con el salario recibido, es decir, con las recompensas.

Por otra parte, el autor Locke (1969) expone que, la satisfacción se entiende como resultante de una evaluación que pone de manifiesto la divergencia entre los valores del individuo, lo que espera de su empleo y la percepción que tiene de su empleo.

Lawler (1971) considera que la persona compara lo que constituye un aspecto real de su empleo con relación a lo que desearía que fuese

Dichos autores como Locke y Lawler, mencionan que una satisfacción laboral se basa principalmente en la percepción que tenga la persona en su área de trabajo, es decir, que la persona de sus opiniones sobre cómo está su ambiente laboral con los demás trabajadores.

Según Ruiz (2009) menciona que la satisfacción laboral es el conjunto de sentimientos o actitudes favorables o desfavorables con que los trabajadores perciben sus puestos de trabajo.

Dicho autor hace mención que la satisfacción laboral lo importante son los sentimientos de las personas dentro de una ámbito laboral, por lo que hace que si se tiene algún conflicto entre el personal este se vea afectado en sus emociones generándole estrés y/o ansiedad, haciendo que tengan baja productividad laboral.

Es importante determinar que un empleado se sienta satisfecho en lo laboral, por lo que es necesario reconocer su trabajo con incentivos por parte de la empresa, el trabajador debe de sentirse perteneciente al lugar dónde labora y que conozca la filosofía de la empresa, y así pueda obtener un alto rendimiento y un agradable ambiente laboral dónde se pueda desenvolver y poner en práctica las aptitudes y actitudes obtenidas.

Los dueños de las empresas desean aumentar el rendimiento laboral de sus empleados, ya que ellos están conscientes de que de alguna manera se beneficiará en algo positivo en la misma. Ante eso suelen recurrir a varios métodos para aumentar el rendimiento laboral, entre esos están los siguientes:

- *Crear un buen ambiente de trabajo:* esto ayuda a que los empleados se puedan sentir cómodos con su equipo de trabajo.
- *Mejorar la autoestima de los empleados:* los reconocimientos son una buena estrategia ya que se da a conocer el buen desempeño del trabajador en sus tareas asignadas.
- *Fomentar la formación de los empleados:* es necesario que los trabajadores estén capacitados conforme a sus áreas de trabajo, como de igual manera conozca un poco más de la empresa y del giro al que pertenece.

Al recurrir a estas medidas antes mencionada se podrá aumentar el rendimiento laboral de los empleados. También la mayoría de las empresas están recurriendo a un objetivo muy importante que es contratar entrenadores empresariales, por lo que ellos ayudan a reforzar los puntos importantes que se mencionaron anteriormente y con ello tener un buen desempeño laboral entre los trabajadores.

Una persona que cuente con los conocimientos necesarios, reciba indicaciones precisas y que trabaje en un contexto agradable, es probable que alcance un rendimiento laboral muy superior a lo que puede lograr un trabajador mal pagado, sin formación y que se desempeña en un entorno insalubre. (Torres, s.f)

Cuando se habla de diagnóstico, se generan ideas, conceptos y algunos principios de autores o investigaciones por su propia autoría. Es importante saber que el diagnóstico es un estudio general de la empresa para conocer la situación en la que se encuentra e identificar el problema y con base a los resultados del diagnóstico realizado generar una posible solución al problema o situación a considerar.

En el estudio realizado por Jiménez, N., Palomeque, F. en 2016 aborda el tema de Diagnóstico de clima organizacional en la empresa pública, municipal de agua potable, alcantarillado y saneamiento ambiental del cantón azogues emapal- ep, el cual tiene como objetivo principal identificar las condiciones de clima organizacional de la EMPAL EP, a través de la realización de un estudio. Para la medición del clima organizacional se toma como herramienta una encuesta de clima organizacional, ésta mide las dimensiones de: políticas administrativas, beneficios laborales, condiciones físicas, estilo de dirección, motivación, recompensa, relaciones interpersonales y



comunicación, además se utiliza la técnica de grupos focales, mediante un cuestionario, el cual mide remuneración, comunicación y recompensa.

Consiguiendo como resultados que la remuneración no es acorde con las habilidades y experiencia que poseen los individuos; además la comunicación no es efectiva, puesto los directivos no informan a sus colaboradores sobre algún cambio. Por lo que un estudio de clima laboral puede ser la clave para mejorar las actitudes y conductas de los empleados.

Varios investigadores han puesto en evidencia el papel de los componentes físicos y sociales sobre el comportamiento humano. Así es como el clima organizacional determina la forma en que un individuo percibe su trabajo, su rendimiento, su productividad, su satisfacción, etc. (Torres, s.f.). Esto en otros términos es que dependiendo de la percepción del clima de trabajo por parte de un empleado consiste en la respuesta a una pregunta que es fundamental “¿Le gusta mucho a usted trabajar en esta organización?”, por lo que a esta pregunta existirán varias respuestas muy diferentes, dependiendo a la perspectiva del trabajador.

En la purificadora de agua ubicada en Irapuato, Gto., se realizó un diagnóstico del clima laboral contando con 5 variables que son: participación, reconocimiento, comunicación, liderazgo y relaciones interpersonales; este diagnóstico fue implementado a los trabajadores de la purificadora, con lo que contamos con resultados algunos aceptables y otros no gratos como, por lo que también se observó la forma de comportamiento de los trabajadores en la empresa y de igual manera se realizó entrevistas y los resultados fueron favorables, se detectó que no cuentan con el reconocimiento necesario para ellos, por lo que se verá en la tabla 1.

Encuesta	Entrevista	Observación
Buena participación del personal con un 76.1%.	Pro actividad por parte del personal.	El personal se acopla a los requerimientos necesarios que solicita la purificadora.
Falta Reconocimiento hacia los empleados por parte de la empresa con un 66.7%	Implementación baja de motivación e incentivos hacia los empleados.	Falta de incentivos a los trabajadores y de motivación.
Relaciones interpersonales favorables por parte del personal en un 73.8%	Comunicación y práctica de valores entre empleados.	El personal establece lazos de cordialidad y respeto, y logrando un ambiente laboral favorable.
Notable liderazgo dentro de la empresa con un 92.6%	Iniciativa por parte de los empleados ante las diversas situaciones que se presentan.	El personal a cargo muestra una gran iniciativa en cada una de las actividades, así como las diferentes circunstancias que se presentan dentro de la purificadora

Buena comunicación entre el personal con un 85.7%	Se explica cualquier duda que se presenta durante el proceso de producción y aspectos en general.	El personal tiene conocimiento amplio de la purificadora en general como el proceso, la filosofía, sus ventas y financiera.
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 1 Triangulación de las variables evaluadas con entrevista y observaciones de los trabajadores de la purificadora de agua en Irapuato, Gto.

### Comentarios Finales

Es indispensable recordar que nuestra investigación se basó en exponer estrategias para subir la satisfacción laboral de los trabajadores de la purificadora de agua ubicada en la ciudad de Irapuato, Gto.

Al realizar un diagnóstico laboral a la empresa evaluando la satisfacción laboral de ella, se tomaron 5 aspectos importantes como: liderazgo, participación, relaciones interpersonales, reconocimiento y comunicación; por lo que se evaluó a la escala de Likert ya que es una medida dónde se puede obtener resultados verídicos.

Al aplicar la encuesta dentro de la purificadora se obtuvieron los siguientes resultados

#### Resumen de resultados

Utilizando la herramienta de la encuesta, se realizó un diagnóstico organizacional dentro de la purificadora. Las categorías a medir son participación, reconocimiento, relaciones interpersonales, liderazgo y comunicación. Al aplicar la encuesta dentro de la purificadora de agua se obtuvieron resultados que se muestran en la tabla 2, dando a detalle los valores de cada variable reflejándolos en una gráfica de pastel que se muestra en la ilustración, dónde se puede visualizar fácilmente los porcentajes obtenidos de cada variable evaluada, de una manera extrayendo los dos más bajos que es la falta de reconocimiento y las relaciones interpersonales, pero tomando en cuenta el valor más bajo que es la falta de reconocimiento a los empleados de la purificadora.

Categoría	Resultados
Participación.	Buena participación del personal con un 76.1%.
Reconocimiento.	Falta Reconocimiento hacia los empleados por parte de la empresa con un 66.7%
Relaciones interpersonales.	Relaciones interpersonales favorables por parte del personal en un 73.8%
Liderazgo.	Notable liderazgo dentro de la empresa con un 92.6%
Comunicación.	Buena comunicación entre el personal con un 85.7%

Tabla 2 Obtención de resultados de las variables evaluadas en el diagnóstico de la purificadora de agua ubicada en Irapuato, Gto.



Tabla 3 Representación gráfica de los resultados de las variables.

Proyectando que la categoría con un grado de oportunidad es reconocimiento, ya que se encuentra con un bajo porcentaje en un 66.7%.

### Conclusiones

Los resultados demuestran la necesidad de reconocimiento a los trabajadores ya que si no hay reconocimiento laboral la empresa sale perjudicada en varios aspectos, como en el rendimiento laboral, la satisfacción de los empleados en su trabajo, este es un punto importante, y por supuesto en el ambiente laboral, por lo que si falta eso es muy probable que la empresa caiga en quiebra o sucedan despidos o renuncias constantes por parte de los trabajadores.

### Recomendaciones

Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a dentro de la purificadora se detectó un bajo nivel de reconocimiento hacia los trabajadores por lo que se establecerán las siguientes propuestas para mejorarlo:

Por parte de la empresa se gratificará los logros de los trabajadores mediante un tiempo establecido “el empleado del mes” el cual se detectará con base en su rendimiento en ventas.

También, brindarles reconocimiento a los empleados por años de antigüedad por medio de un diploma y una gratificación monetaria.

### Referencias

- Maslow, A.H. (1991). *Motivación y Personalidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Taylor, F. (1911). *Principles of scientific management*. Nueva York: Harper and Bros Publishers.
- Lawler, E. (1971). *Pay and organizational effectiveness: a psychological view*. New-York: McGraw-Hill.
- Locke, E. (1969). "What is job satisfaction?", *Organizational Behavior and Human Performance*, 4, 309-336
- Ruiz, C. (2009). Nivel de satisfacción laboral en empresas públicas y privadas de la ciudad de Chillán. (Grado de Licenciatura). Universidad del Bío-Bío. Chile.
- Torres, S. (s.f.). Desarrollo Organizacional. Dirección de internet <http://cursoampliacion.una.edu.ve>

### Notas Biográficas

**Mayra Janete Ayala Fonseca** es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Su carrera es en Ingeniería Gestión Empresarial es de Irapuato, Guanajuato.

**Johana Paola Torres Zárate** es estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Su carrera es en Ingeniería Gestión Empresarial es de Irapuato, Guanajuato.

### Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

**Instrucciones: Para cada afirmación marque con una (x) la casilla correspondiente al número que mejor identifica su posición.**

Calificación puntuación	
Definitivamente no	1
Probablemente no	2
Indeciso afirmación	3
Probablemente si	4
Definitivamente si	5

		1	2	3	4	5
		Definitivamente no	Probablemente no	Indeciso afirmación	Probablemente si	Definitivamente si
1	Al ingresar a la empresa le fueron informados los objetivos y políticas de la misma.					
2	La información que recibe periódicamente sobre los objetivos y políticas de la empresa es suficiente.					
3	La toma decisiones o las órdenes implantadas son justas según su criterio.					
4	Son delegadas claramente responsabilidades al interior del grupo de trabajo.					
5	Encuentra apoyo y confianza para el desarrollo de sus actividades en sus superiores.					
6	Recibe retroalimentación constante sobre su desempeño en el cargo.					
7	Le brindan las herramientas necesarias para optimizar su trabajo.					
8	Son buenas las relaciones con sus compañeros de trabajo.					
9	Los problemas laborales los soluciona con sus compañeros de trabajo.					

10	Existe confianza entre los colaboradores del equipo de trabajo.					
11	Usted participa en las decisiones que se toman y que afectan su trabajo.					
12	Toma decisiones en su trabajo sin consultar con su jefe.					
13	Existe colaboración entre los empleados de la empresa.					
14	Para realizar su trabajo el tiempo es suficiente.					
15	Recibe información sobre los acontecimientos de la empresa.					
16	Cuenta con medios de comunicación adecuados para comunicarse con otras áreas.					
17	Puede comunicarse abiertamente con sus jefes y demás áreas.					
18	Siempre que se inicia un trabajo se tiene claridad de cómo va a realizarse este.					

19	La información de interés es comunicada oportunamente.					
20	Le fue suministrada al ingresar a la empresa sobre las obligaciones y labores a desempeñar.					
21	Recibe recompensa por el cumplimiento de metas.					
22	En la empresa existen espacios en los cuales sea posible compartir temas de interés con el grupo de trabajo.					
23	La empresa realiza actividades deportivas, paseos, fiestas y otras actividades de diversión.					
24	El trabajo que realiza satisface sus necesidades económicas, de ascensos y de aprendizaje.					
25	Se siente orgulloso de pertenecer a la empresa.					

## Sistema gestor de documentos e información de normas académicas - administrativas del TESCHA

M en RI Iván Azamar Palma<sup>1</sup>, Luis Joel Landa Valle<sup>2</sup>, Ángel Emmanuel Santiago Rangel<sup>3</sup>, Gerardo Toriz Toriz<sup>4</sup> y José Manuel Rivera Rivero<sup>5</sup>

**Resumen**— La idea de desarrollar e implementar una aplicación móvil para el sistema operativo Android, es usar tecnologías de bajo costo para crear apps (aplicaciones móviles) modelo cliente- servidor. Este proyecto usa el IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) Android Studio e implementa Volley como un repositorio que ayuda a crear apps con webservice en donde se envía y recibe información a través del formato JSON (Notación de Objetos en Java Script) como intermediario para almacenar la información que viaja por la nube. Lo anterior, proporciona a los alumnos acceso a la información para conocer trámites y servicios de una institución educativa a través de una app. Este proyecto presenta un caso práctico de la administración y publicación de reglamentos en el Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco usando plataformas de software libre sobre una intranet y el uso de teléfonos inteligentes con el sistema operativo Android.

**Palabras clave**—Android, servicios, web, sistemas, software.

### Introducción

En la actualidad existen una gran variedad de aplicaciones móviles que ayudan a los usuarios a satisfacer diferentes necesidades y en especial las de carácter personal, existen diferentes medios y contextos en que una app puede solventar estas necesidades; en el hogar, escuela, trabajo, comercio, entre otras. La demanda de las apps está en crecimiento a medida en que la tecnología y la conectividad van ganando terreno geográfico y sociodemográfico.

La necesidad de obtener información de forma inmediata es una característica de la sociedad actual y en especial de la industria 4.0 inmersa en una economía globalizada en donde la información se necesita en tiempo real para la toma de decisiones más asertivas, este estilo de pensamiento ha modificado el patrón de conducta de la sociedad de tal forma que ahora los usuarios de apps desean estas características en sus dispositivos personales, es decir, la inmediatez de la información.

En este proyecto, se detectó la necesidad de crear un sistema informático que le ayude a los alumnos de cualquier institución entender los reglamentos y normas que les competen al momento de su estadía en una institución educativa y que en su trayecto estudiantil les permita tomar decisiones en tiempo real sobre alguna situación escolar. El alumno tiene la necesidad de conocer los lineamientos que le conduzcan de forma adecuada en su situación estudiantil, estos reglamentos son dinámicos en el sentido que cambian con respecto a la vigencia o actualización de los mismos, y en cuanto al alumno aplican diferentes normas de acuerdo a su avance en el grado escolar.

La institución educativa está obligada a proveer esta normatividad, pero se ve obstaculizada por varios problemas como los siguientes: los alumnos no tienen acceso a una PC en todo momento para revisar en internet los reglamentos, poco interés por acudir a las fuentes de consulta, poca disposición del alumno para revisar fuentes documentales impresas, escaso recurso económico para otorgar personalización y asesoría continua al alumno en situaciones de normatividad, entre las más significativas. Por lo anterior, se observó la necesidad de crear una app para el alumno de una institución educativa que facilite la comprensión de la normatividad vigente en tiempo real.

Esta app permite enviar notificaciones personalizadas al usuario sobre la normatividad que le aplique de forma específica, como por ejemplo un aviso de las obligaciones y derechos en la dinámica en su tránsito estudiantil.

<sup>1</sup> M en RI Ivan Azamar Palma, Profesor Investigador del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Estado de México y del Instituto Tecnológico de Tláhuac II CDMX, México, ivan.azamar@tesch.edu.mx

<sup>2</sup> Luis Joel Landa Valle, alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México

<sup>3</sup> Ángel Emmanuel Santiago Rangel, alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México

<sup>4</sup> Gerardo Toriz Toriz, alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México

<sup>5</sup> José Manuel Rivera Rivero, alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México



Para lograr el objetivo anterior, es necesario contar con una infraestructura tecnológica modelo cliente – servidor que permita la comunicación entre diferentes sistemas; los dispositivos móviles y el servidor. Los webservices permiten la comunicación entre diferentes plataformas modelo cliente-servidor gracias al intercambio de datos a través de los diferentes formatos XML (*eXtensible Markup Language*).

Otro, de los objetivos es que este proyecto se logró con el menor costos de producción e implementación, y además lograr una inversión en infraestructura mínima, las instituciones educativas pueden usar sus propios ordenadores para virtualizar un servidor web y con una intranet lograr que el proyecto funcione al menor costo posible. Los teléfonos inteligentes con el sistema operativo Android de los propios alumnos sirven como medio para enviar la información de la normatividad, servicios y trámites sin invertir en infraestructura para ello.

El servidor web usa tecnologías de software libre como: sistema operativo Linux, lenguaje de programación Php, HTML5, Css, JavaScript y como sistema gestor de base de datos Mysql.

## Descripción del Método

### Metodología Ágil

Las metodologías ágiles están especialmente orientadas para proyectos pequeños, las metodologías ágiles constituyen una solución a la medida para ese entorno, aportando una elevada simplificación que a pesar de ello no renuncia a las prácticas esenciales para asegurar la calidad del producto.

XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico.

Los roles se establecen de acuerdo con la propuesta original de *Beck* y son: programador, cliente, encargado de pruebas (*Tester*), encargado de seguimiento (*Tracker*), entrenador (*Coach*), consultor y gestor (*Big boss*).

La principal suposición que se realiza en XP es la posibilidad de disminuir la mítica curva exponencial del costo del cambio a lo largo del proyecto, lo suficiente para que el diseño evolutivo funcione. Esto se consigue gracias a las tecnologías disponibles para ayudar en el desarrollo de software y a la aplicación disciplinada de las siguientes prácticas: el juego de la planificación, entregas pequeñas, metáfora, diseño simple, pruebas, refactorización, programación en parejas, propiedad colectiva del código, integración continua, cuarenta horas por semana, cliente *in-situ*, y estándares de programación según (Canós y Penadés ,2012).

### WebServices

La biblioteca o repositorio Volley ofrece los siguientes beneficios:

- Programación automática de solicitudes de red.
- Múltiples conexiones de red simultáneas.
- Almacenamiento en memoria caché transparente de memoria y disco con coherencia de caché HTTP estándar.
- Soporte para la priorización de solicitudes.
- Solicitud de cancelación API. Puede cancelar una sola solicitud o puede establecer bloques o ámbitos de solicitudes para cancelar.
- Facilidad de personalización, por ejemplo, para reintento y rebobinado.
- Una ordenación sólida que facilita el llenado correcto de su IU con datos obtenidos de forma asíncrona de la red.
- Herramientas de depuración y rastreo.

Volley sobresale en las operaciones de tipo RPC (llamadas de procedimiento remoto) utilizadas para llenar una interfaz de usuario, como recuperar una página de resultados de búsqueda como datos estructurados. Se integra fácilmente con cualquier protocolo y sale de la caja con soporte para cadenas sin procesar, imágenes y JSON. Al proporcionar soporte integrado para las funciones que necesita, Volley lo libera de escribir código repetitivo y le permite concentrarse en la lógica específica de su aplicación

Para poder trabajar con Volley, se agrega en el Grandle la dependencia `build.gradle (Module.app)` del *Android Studio*(IDE de desarrollo) las siguientes líneas de código que se encuentra seleccionada en color azul como se muestra en la figura 1 nos ilustran la librería.(Android Developer, 2018)



```

17         proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android.txt'), 'proguard-rules.
18     }
19 }
20 }
21
22 dependencies {
23     compile fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
24     androidTestCompile('com.android.support.test.espresso:espresso-core:2.2.2', {
25         exclude group: 'com.android.support', module: 'support-annotations'
26     })
27     compile 'com.android.support:appcompat-v7:26.+'
28     compile 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.0.2'
29     compile 'com.mcxiaoke.volley:library:1.0.+'
30     testCompile 'junit:junit:4.12'
    
```

Figura 1. Web services con Volley

*Preferencias del usuario*

La app de este proyecto ofrece la posibilidad de guardar las preferencias del usuario en un medio de almacenamiento interno del teléfono inteligente, estos datos pueden extraerse de la base de datos del servidor en dónde se almacenan los registros de los alumnos, y mediante un web services se consumen los datos del servidor al teléfono inteligente para crear las preferencias. También, el usuario tiene la capacidad de configurar sus preferencias de forma personalizada, por áreas de interés del mismo alumno, por ejemplo; el alumno puede interesarse sobre un reglamento institucional, trámite y/o servicio y configurar la aplicación para recibir información del tópico seleccionado. En la Figura 2 se muestra la vista en donde el alumno puede registrar sus datos en caso de que el alumno desee hacer una actualización de los mismos, aunque esta modificación o actualización será en la memoria interna del teléfono, ya que la base de datos escolar no se altera. En la sección de comentarios de la figura 2 el alumno puede personalizar su búsqueda de la normatividad para que pueda recibir notificaciones que le sean significativas.



Figura 2. Pantalla del proyecto para la personalización de las preferencias del usuario

*Sistema Gestor de Base de Datos en Android*

SQLite es el sistema gestor de base de datos por defecto en Android, y es ocupado en este proyecto para almacenar los registros de los lineamientos de las diferentes normatividades que le aplican a un usuario en una institución. En este caso de estudio se almacenan los datos importantes de trámites y servicios de forma sintetizada que un alumno puede necesitar al momento de una consulta. En esta aplicación móvil son almacenados de forma resumida los derechos y obligaciones que tiene un alumno en una institución educativa, es necesario aclarar, que si el alumno desea profundizar en la normatividad deberá conectarse al servidor y a través del mismo teléfono inteligente puede leer la normatividad en extenso si así lo desea.

En la figura 3 se observa la interfaz gráfica de la app que nos permite visualizar un lineamiento de forma sintetizada o resumida del reglamento de “Actividades Complementarias”. También se puede observar que existe un menú emergente en donde se puede extender la lectura del lineamiento conectándose con el servidor en la opción “Saber más”. El usuario puede leer el documento oficializado en el icono “Documentos” y los podrá descargar en su teléfono inteligente si así lo deseará.



Figura 3. Pantalla de lineamientos y menú para descarga de documentos oficiales.

La app cuenta con un *login* de acceso al sistema, validando los datos de acceso a través de un *web services* que conecta al servidor con la app. Es posible acceder al sistema, realizando un registro del usuario aunque no se encuentre en la base de datos del servidor de la institución escolar, lo anterior es necesario para tener mayor control sobre los usuario que no pertenezcan a la base de datos inicial, aunque los lineamientos y normatividad es de acceso público y cualquier persona los puede consultar, es necesario controlar las notificaciones enviadas a los usuarios ya que podrían confundir a un usuario si no pertenece a la institución educativa. En la figura 4 se muestra la interfaz gráfica.

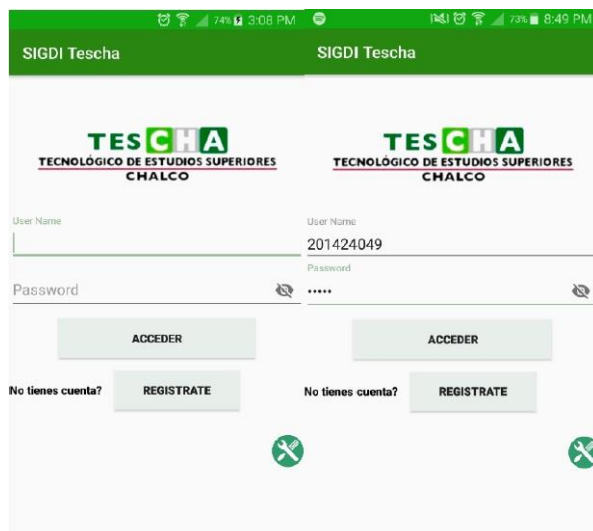


Figura 4. Pantalla de acceso al sistema de lineamientos, trámites y servicios

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Una vez ingresado el usuario y password en la app se conectará con el servidor de la institución, en caso de que esté disponible, éste a su vez cargará notificaciones personalizadas y registros para presentar los lineamientos, trámites y servicios de una forma simplificada para el alumno. En la figura 5 se muestra el menú “Navigation Drawer” y pantalla de bienvenida principal de la aplicación móvil.

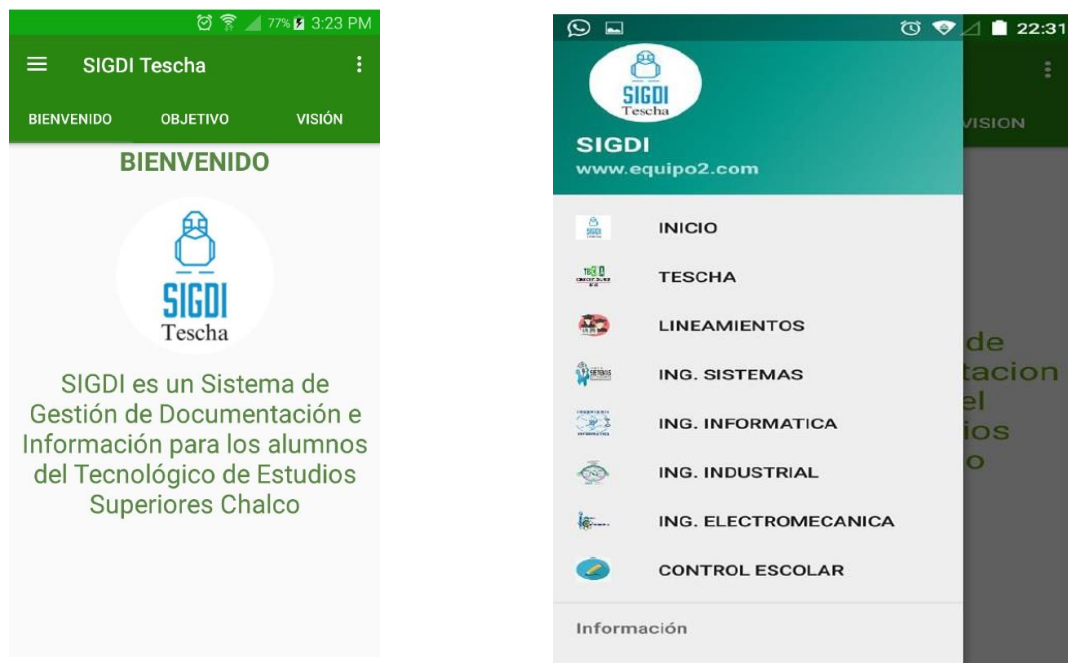


Figura 5. Pantallas iniciales de la app.

En la Figura 6 se observa el proceso simplificado que tiene que realizar un alumno para ejercer un trámite, la aplicación le muestra ejemplos de documentos que debe usar en el proceso, de esta manera inequívoca el alumno sabrá cuál es el procedimiento preciso de su trámite o servicio que desea realizar. La documentación, así como el resto de los pasos a seguir son cargados del servidor a la base de datos del celular, esto por dos razones importantes; la primera es que al perderse conectividad con el servidor el alumno tiene la posibilidad de acceder a la información sin necesidad de estar conectado en la red, la segunda, es cuando tenemos conectividad con el servidor y el usuario puede actualizar su aplicación con los lineamientos vigentes en modo de sincronización. Como se puede apreciar en la figura 6, en la pantalla se muestra además un proceso simplificado del trámite de “constancias de créditos”. Si los reglamentos o normatividad cambiaran de forma significativa y afectará esto al alumno, la app tiene la facultad de avisar al alumno de algún cambio en el reglamento o normatividad a través de una notificación.

En la figura 7 se aprecia la funcionalidad de búsqueda de reglamentos por filtros, anotando las palabras clave en la app que tiene la capacidad de interpretar las necesidades del usuario y ofrecer una lista de los reglamentos que desea acceder de forma inmediata, sin tener que acceder a ellos desde el menú principal.

### Conclusiones

La app está actualmente disponible en la página institucional del centro educativo, es necesario contar con un especialista que administre la aplicación web en dónde pueda cargar la información académica de los principales reglamentos y servicios que le competen a un alumno, estos a su vez se pueden consultar en los teléfonos inteligentes del usuario. De forma personalizada la aplicación móvil notifica al usuario sobre algún cambio en el reglamento, trámite y/o servicio que sufra una actualización desde el servidor hacia el teléfono inteligente y lo guarda en la base de datos de la app. Esta app es funcional aunque no se cuente con la conexión con el servidor, gracias a que los datos se sincronizan y cargan en el teléfono inteligente previamente en la base de datos interna en SQLite. La app cuenta también con una vista intuitiva para el usuario ya que utiliza menús contextuales, de navegación, diálogos e iconos desplegados que nos guían en el proceso de la funcionalidad.

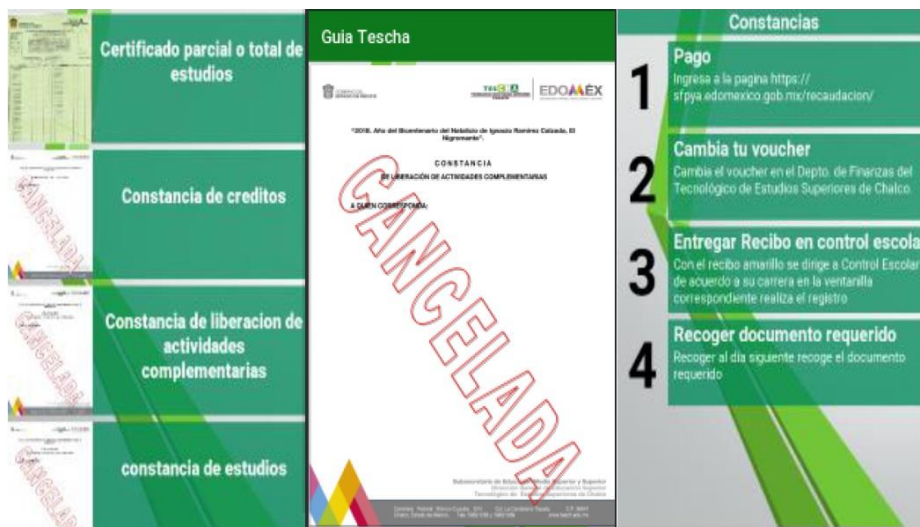


Figura 6. Guía de trámites y servicios internos para un estudiante.

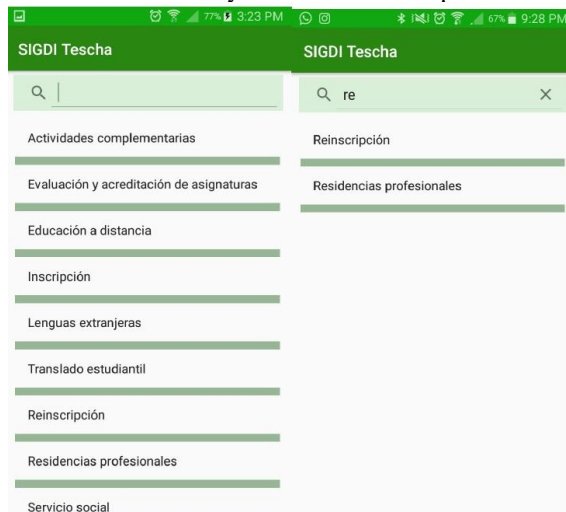


Figura 7. Guía de trámites y servicios internos para un estudiante.

**Recomendaciones**

El presente proyecto solamente fue desarrollado para el sistema operativo Android por razones de economizar el costo de licenciamiento, aunque se prospecta desarrollarlo para la plataforma IOS para incluir la mayoría de los dispositivos móviles que usan los usuarios en una institución. La intención de este proyecto es implementarlo en otras instituciones ya que posee la capacidad de adaptación, ya que los contenidos de información de la normatividad, trámites y/o servicios son administrables desde el servidor y cargados en el *smartPhone*.

**Referencias**

Android Developers, Transmitting Network Data Using Volley, Consultado 01 de Marzo de 2018, dirección de internet: <https://developer.android.com/training/volley/index.html>

Canós José H., Penadés Patricio Letelier Ma. Carmen, Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software, artículo Universidad Politécnica de Valencia, publicado 13 de Marzo 2012, dirección de internet: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/476/1/TodoAgil.pdf>

**Notas Biográficas**

El **M en RI Ivan Azamar Palma** es coordinador de carreras en el Instituto Tecnológico de Tláhuac II CDMX y profesor investigador asociado del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco del Estado de México, evaluador del organismo CACEI, más de 10 artículos publicados en congresos internacionales y especialista en el área de la Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Los alumnos **Luis Joel Landa Valle**, **Ángel Emmanuel Santiago Rangel**, **Gerardo Toriz Toriz** y **José Manuel Rivera Rivero** son estudiantes del noveno semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco y tesisistas en proceso de obtener su grado profesional.



# APLICACIÓN MÓVIL COMO OBJETO DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE UN LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

M en RI Iván Azamar Palma<sup>1</sup>, Samuel Chávez López<sup>2</sup>, Carlos Jiménez Hernández<sup>3</sup> y Miriam Villalpando Castro<sup>4</sup>

**Resumen**— El desarrollo del presente prototipo consiste en una aplicación móvil (app) bajo la plataforma del sistema operativo Android que tiene por objetivo enseñar las bases esenciales de la estructura de un lenguaje de programación y propiciar la lógica de programación en los estudiantes, esta app está orientada a los alumnos de ingeniería en el área de las ciencias computacionales, ya que hoy en día la mayoría de los alumnos que estudian estas tecnologías hacen uso de los teléfonos inteligentes de forma cotidiana y necesaria para su formación, por lo que la idea es crear una app educativa que permita mayor interacción entre el usuario y el contenido temático que propicie un mayor dinamismo en el proceso enseñanza – aprendizaje, la app ofrece ejercicios prácticos de programación basados en el modelo educativo conectivista para generar los conocimientos y habilidades para programar en Python por ser un lenguaje accesible y fácil de aprender.

**Palabras clave**— e-learning, objeto de aprendizaje, aplicaciones móviles.

## Introducción

El proceso de enseñanza aprendizaje-aprendizaje está en constante cambio dictada por la evolución de los individuos y de la sociedad que los alberga, en el afán de entender los fenómenos que rodean al ser humano, se generan corrientes filosóficas y ciencias que tratan de explicar estos fenómenos, y por ende también teorías en el proceso de enseñar estos conocimientos, habilidades y actitudes que convienen en su momento para satisfacer las necesidades humanas.

Han existido diferentes corrientes filosóficas o paradigmas en el proceso de enseñanza- aprendizaje que dicta la educación que se normaliza en la mayoría de las sociedades o países. El constructivismo es aún una pedagogía de enseñanza vigente en nuestro país (México), pero los cambios económicos, humanos y culturales demandan capacitar a los miembros de una sociedad de forma pertinente con las necesidades actuales. La corriente conectivista ha tomado fuerza como una alternativa emergente en la era digital 3.0 (por Stephen Downes y George Siemens, 2003)

El proceso de enseñanza se enriquece con el uso de herramientas tecnológicas que al ser bien empleadas y de forma ética se puede lograr mejores resultados, en tal caso podemos observar que no podemos deslindarnos de la tecnología como medio para lograr la eficiencia en varias actividades del ser humano, y por supuesto en la enseñanza. La web 3.0 ya ofrece contenido y conocimiento que se relacionan de forma eficiente y sirve como plataforma usada ampliamente para ofertar educación e-learning en diferentes niveles, si bien esto, es ya hoy en día una realidad, la web 4.0 como una alternativa de evolución que se asoma en el mundo tecnológico ofrece capacidades como la inteligencia artificial que juega un papel importante en la solución de problemas no tratables, y por supuesto en el desarrollo de tecnologías inteligentes en el proceso de la enseñanza - aprendizaje.

En el conectivismo como complemento del constructivismo es una realidad en donde se puede encontrar el nexo idóneo para ligar el pensamiento complejo con el pensamiento computacional. Llama la atención la resignificación que realiza el conectivismo en torno al caos. El caos se lo considera como la interrupción de la posibilidad de predecir, aquello que desafía el orden. A diferencia del constructivismo que incide a que los estudiantes realicen tareas significativas, el caos señala que el significado existe, y que el reto del aprendizaje es reconocer los patrones que parecen estar escondidos, como las conexiones entre los diferentes elementos (Siemens, 2014).

Hoy en día, existen esfuerzos por incorporar el pensamiento computacional en ámbitos educativos. Una de las de mayor impacto por el número de involucrados y tiempo que lleva ejecutándose es CODE, propuesta

<sup>1</sup> M en RI Ivan Azamar Palma, Profesor Investigador del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Estado de México y del Instituto Tecnológico de Tláhuac II CDMX, México, ivan.azamar@tesch.edu.mx

<sup>2</sup> Samuel Chávez López, alumno tesista de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México

<sup>3</sup> Carlos Jiménez Hernández, alumno de 9no semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México

<sup>4</sup> Miriam Villalpando Castro, alumna tesista de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco Estado de México, México



desarrollada en Estados Unidos, cuya intención es promover la enseñanza de programación motivando a los estudiantes por el estudio de carreras a nivel superior relacionadas con el tema (CODE, 2015).

Este país enfrenta problemas ocasionados por la exclusión en el currículo escolar de conocimientos relacionados con las ciencias computacionales.

Finalmente, el pensamiento computacional no debe limitarse a la implementación de una determinada asignatura dentro del currículo, cuando el mismo pensamiento computacional contribuye a la construcción de una ciudadanía en sociedades complejas e hiperconectadas (Valverde, Fernández, & Garrido, 2015). Por ende, la tendencia de la educación de incorporar las TIC en sus procesos debe considerar que estas tecnologías también pueden generar aprendizajes y conocimiento: pasar de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) a las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento) (Moya, 2013).

### Descripción del Método

#### UX/IX

UX (por sus siglas en inglés User eXperience) o en español Experiencia de Usuario, es aquello que una persona percibe al interactuar con un producto o servicio

Dentro de las actividades que realiza un UX Designer, están:

- Investigación (con stakeholders, etnográfica, entrevistas 1 a 1...)
- Evaluación (evaluaciones heurísticas, benchmarks, pruebas de usabilidad)
- Análisis de datos (KPI's, métricas)
- Arquitectura de información

UI (por sus siglas en inglés User Interface) o en español Interfaz del Usuario, es la vista que permite a un usuario interactuar de manera efectiva con un sistema. Un UI Designer se encarga de crear visualmente la interfaz del producto para que vaya acorde a la experiencia del usuario. Además, crea elementos interactivos y se preocupa de que se vean bien en todas las plataformas (móvil, tableta, web). Un UI Designer trabaja muy de la mano con el equipo de desarrollo o diseño de producto proporcionando guías de estilos y patrones de uso.

Dentro de las actividades que realiza un UI Designer, están:

- Diseño de interacción (cómo responde el sistema)
- Guías de interacción (estados del sistema)
- Diseño de elementos (botones, formularios)
- Diseño visual (iconos, imágenes)
- Guías de estilo (paletas de color, fonts)
- 

#### SCRUM

(Mariño, Sonia I.; Alfonzo, Pedro L., 2014) SCRUM es un marco de trabajo iterativo e incremental para el desarrollo de proyectos y se estructura en ciclos de trabajo llamados Sprints. Éstos son iteraciones de 1 a 4 semanas, y se suceden una detrás de otra. Al comienzo de cada Sprint, el equipo multi-funcional selecciona los elementos (requisitos del cliente) de una lista priorizada. Se comprometen a terminar los elementos al final del Sprint. Durante el Sprint no se pueden cambiar los elementos elegidos. Al final del Sprint, el equipo lo revisa con los interesados en el proyecto, y les enseña lo que han construido.

El equipo obtiene comentarios y observaciones que se puede incorporar al siguiente Sprint. Scrum pone el énfasis en productos que funcionen al final del Sprint, es decir que estén realizados. Como método ágil: Es un modo de desarrollo adaptable, antes que predictivo. Está orientado a las personas, más que a los procesos. Emplea el modelo de construcción incremental basado en iteraciones y revisiones. Las prácticas empleadas por SCRUM para mantener un control ágil en el proyecto son:

- i) Revisión de las iteraciones
- ii) Desarrollo incremental
- iii) Desarrollo evolutivo
- iv) Auto organización del equipo
- v) Colaboración.

Los roles, artefactos y eventos principales se resumen en la Figura 1.

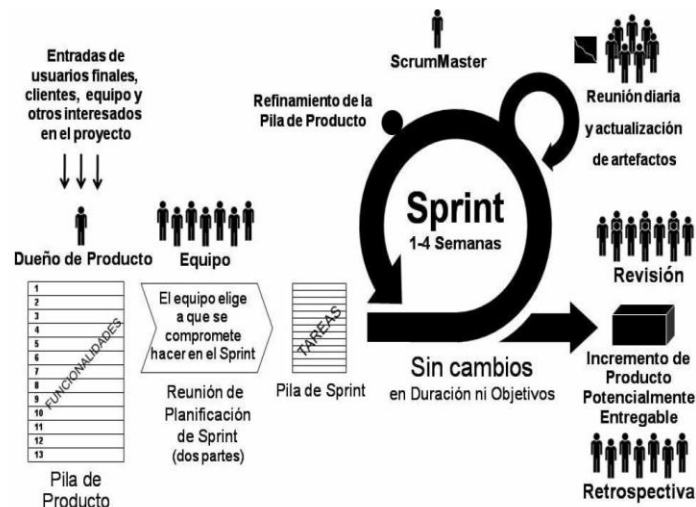


Figura 1. Roles, artefactos y eventos principales de SCRUM, P. Deemer, G. Benefield, C. Larman, and B. Vodde, Información Básica de Scrum the Scrum Primer Version 1.1. Scrum Training Institute, 2009.

### WebServices

La biblioteca o repositorio Volley ofrece los siguientes beneficios:

- Programación automática de solicitudes de red.
- Múltiples conexiones de red simultáneas.
- Almacenamiento en memoria caché transparente de memoria y disco con coherencia de caché HTTP estándar.
- Soporte para la priorización de solicitudes.
- Solicitud de cancelación API. Puede cancelar una sola solicitud o puede establecer bloques o ámbitos de solicitudes para cancelar.
- Facilidad de personalización, por ejemplo, para reintento y rebobinado.
- Una ordenación sólida que facilita el llenado correcto de su IU con datos obtenidos de forma asíncrona de la red.
- Herramientas de depuración y rastreo.

Volley sobresale en las operaciones de tipo RPC (llamadas de procedimiento remoto) utilizadas para llenar una interfaz de usuario, como recuperar una página de resultados de búsqueda como datos estructurados. Se integra fácilmente con cualquier protocolo y sale de la caja con soporte para cadenas sin procesar, imágenes y JSON. Al proporcionar soporte integrado para las funciones que necesita, Volley lo libera de escribir código repetitivo y le permite concentrarse en la lógica específica de su aplicación.

Para poder trabajar con Volley, se agrega en el Gradle la dependencia `build.gradle (Module.app)` del *Android Studio* (IDE de desarrollo) las siguientes líneas de código que se encuentra seleccionada en color azul como se muestra en la figura 1 nos ilustran la librería. (Android Developer, 2019)

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

#### Navegación Drawer

La app contiene un menú desplegable que permite el acceso a todos los contenidos temáticos y servicios en el proceso de enseñanza del lenguaje de programación Python. En este menú se encuentra el "inicio" (Figura 3 a) y bienvenida del curso con licenciamiento GNU, esto es importante porque al pertenecer a la categoría de software libre se pueden incluir profesionales de diferentes áreas del conocimiento que aporten y hagan robusta esta app, por lo que el presente discurso es una invitación a sumar esfuerzos en la construcción y mejoramiento de la misma. En la sección del "curso" (Figura 3 inciso b) podemos encontrar tres niveles de aprendizaje: fácil, intermedio y avanzado con la finalidad de clasificar y simplificar los contenidos. La idea es ofertar al usuario la experiencia de acceder a un objeto de aprendizaje de forma localizable, accesible y disponible para que el usuario no se vea limitado por la hora, lugar y personas puedan acceder a los contenidos. En la misma idea, cuando un usuario accede a un repositorio de objeto de aprendizaje la app es capaz de recordar cuál fue la última lección que tenía pendiente y ubicarlo de manera automática en esa sección.

### Sistemas Gestores de Base de Datos

SQLite es el sistema gestor de base de datos por defecto en Android, y es ocupado en este proyecto para almacenar los registros del perfil del usuario, los avances que logra por cada lección y su registro de calificaciones de los ejercicios realizados. Algunos contenidos temáticos son guardados en una tabla de respaldo para asegurar la visibilidad en situaciones con falta de conectividad en acceso de datos del servidor.

Por parte del servidor se usa Maria DB un de licencia GNU que permite la administración de los contenidos el esquema se visualiza en la Figura 2.

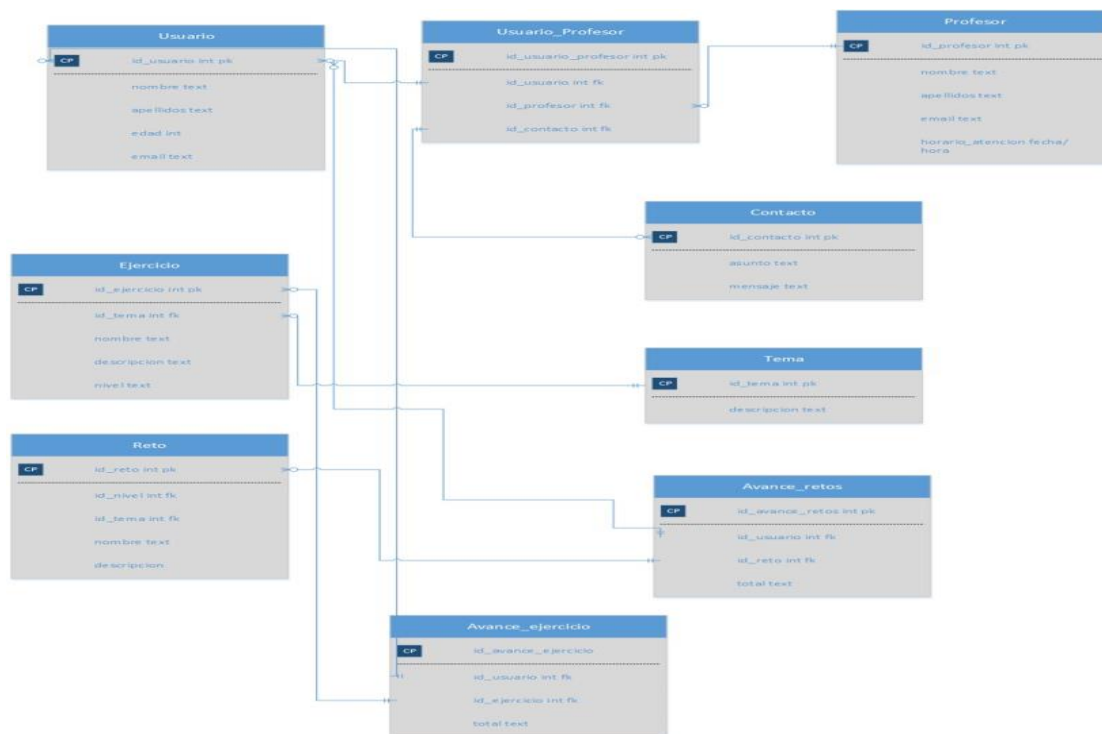


Figura 2. Diagrama entidad – relación de la base de datos del servidor web

### Contenido Temático

El curso está pensado en la filosofía del *pitch elevator* con la idea de que es bueno clasificar en secciones máximas de “tres” para ofrecer simplicidad de la aplicación como se observa en la Figura 3 c).

La app cuenta con inicio de sesión en redes sociales Google o Facebook lo que permite el acceso al usuario y compartir sus logros en redes sociales, esto es importante ya que permite la difusión de la app, también se puede retroalimentar de los comentarios vertidos de las comunidades y realizar planes de mejora constante de las experiencias del usuario.

La aplicación cuenta con lecciones de los diferentes niveles de aprendizaje, ofrece ejemplos de programación y conceptos teóricos del lenguaje de programación Python, en dónde el estudiante de forma autodidacta puede repasar las lecciones en cualquier momento. Es importante mencionar que el contenido de este objeto de aprendizaje es administrable lo que significa que puede ser cambiado por el instructor si así lo desea, con la finalidad de actualizar los contenidos; esto es muy común en el aprendizaje de tecnologías, ya que, de manera regular los lenguajes de programación actualizan la sintaxis de las instrucciones lo que provoca confusión en los alumnos, por lo que tener un sistema administrable ofrece la actualización de los contenidos en tiempo real y mantener al día los contenidos que observa el usuario, para ello es importante el uso de los webservices antes mencionados, ya que a través de esta técnica de intercambio de datos multiplataforma entre la app de Android y un sistema web se actualiza la información de los contenidos temáticos de forma dinámica desde el servidor al dispositivo móvil. Se puede ver un ejemplo de los contenidos en la Figura 3 incisos d), e) y f).

### Test de Aprendizaje

En la Figura 4 en los incisos a) y b) se observan las pantallas del test como un ejemplo de la evaluación que realiza el alumno para acreditar el conocimiento teórico en el proceso de aprendizaje del lenguaje de programación en Python. Los test almacenan los datos de usuario en la base de datos local SQLite y cuando existe conectividad de

manera remota al servidor en MariaDB lo que permite al instructor observar el desempeño del alumno y poder retroalimentar al usuario en los objetos de aprendizaje como el chat y la wiki en beneficio del alumno modificando el contenido por parte de los instructores.

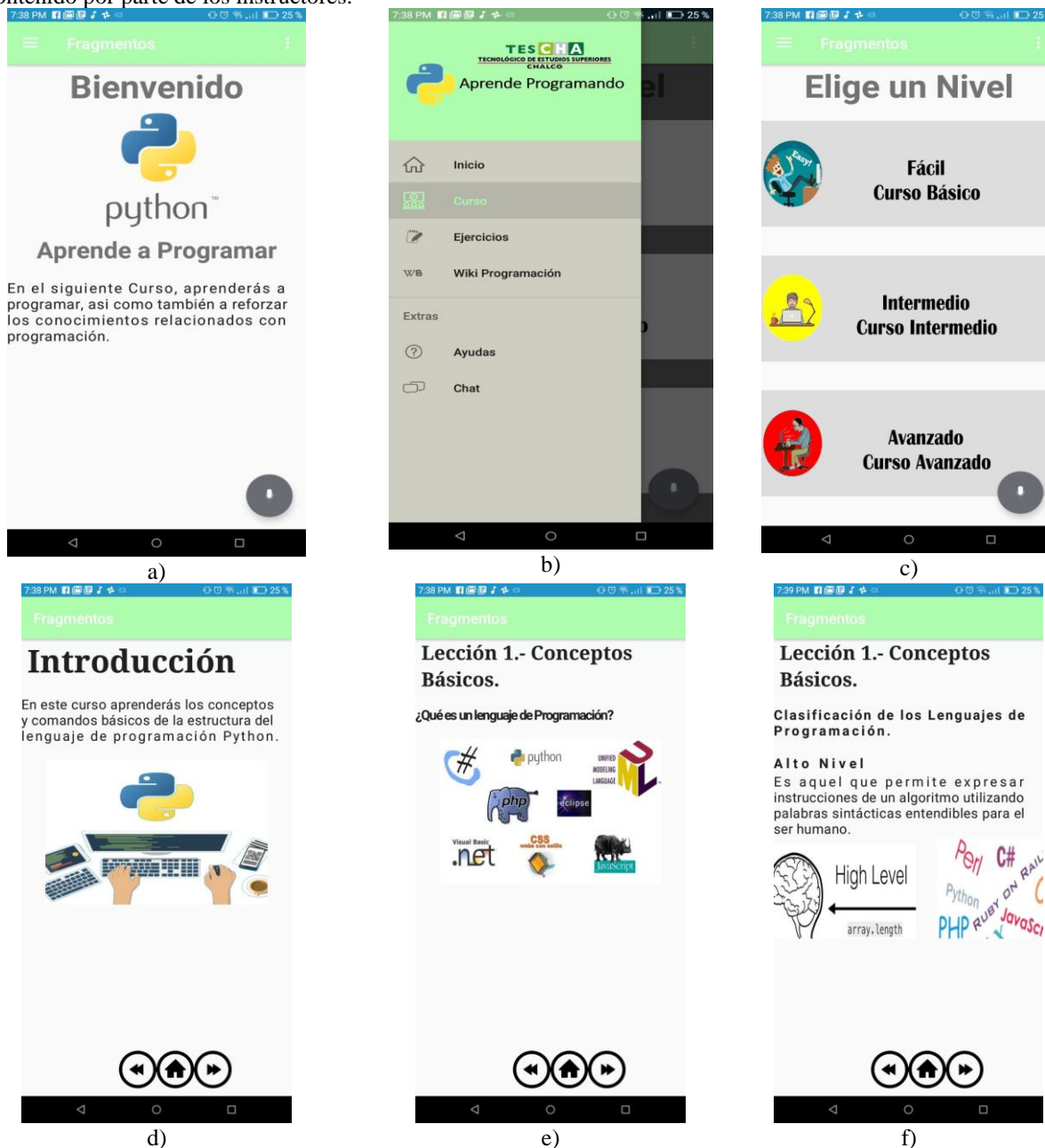


Figura 3. Pantallas del proyecto con el menú principal del contenido

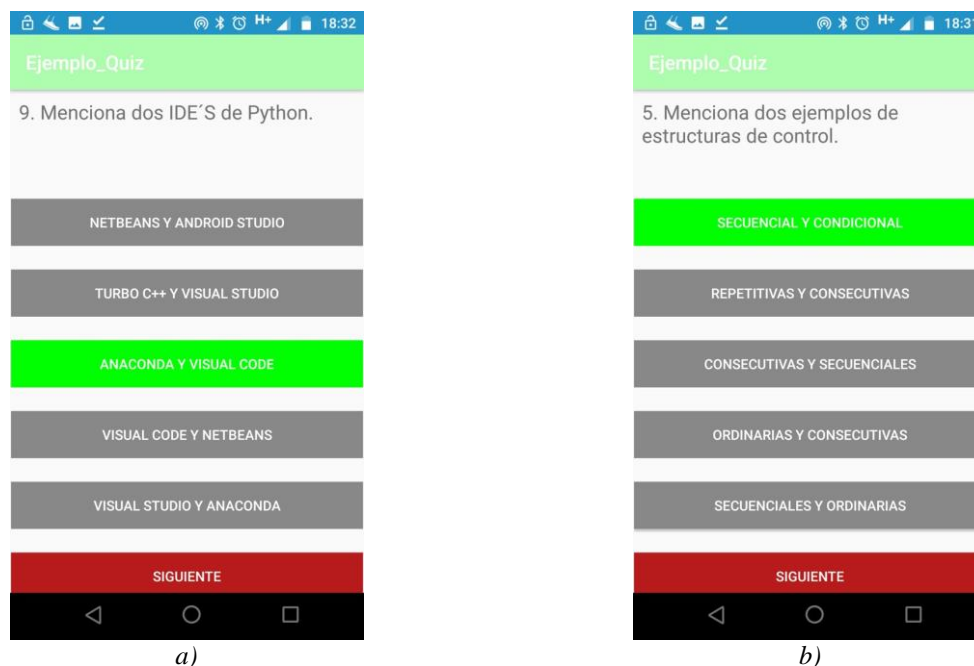


Figura 4. Pantallas del proyecto con el menú principal del contenido

### Conclusiones

La app actualmente está disponible y enseña los conceptos básicos de una estructura de programación en Python, actualmente está en proceso de implementación en donde los alumnos del periodo escolar 2019 usarán la app y con la ayuda de la estadística descriptiva se observará el aprovechamiento en el proceso de aprendizaje y poder evaluar de manera la efectividad de la misma. En concordancia con el proceso pedagógico conectivista y la Web 4.0 se prospecta continuar con el proyecto para la construcción de un chat boot inteligente. Finalmente, la app fue desarrollada con las mejores prácticas de la ingeniería del software con la idea de apostar en nuevas corrientes pedagógicas como la conectivista.

### Recomendaciones

El presente proyecto solamente fue desarrollado para el sistema operativo Android por razones de economizar el costo de licenciamiento, aunque se prospecta desarrollarlo para la plataforma IOS para incluir la mayoría de los dispositivos móviles que ocupan los usuarios. La intensión de este proyecto es ampliarlo a otras plataformas, ya que su fortaleza radica en la capacidad de adaptación, ya que los contenidos de información de los contenidos son administrables desde el servidor web y cargados en el *smartPhone*.

### Referencias

- Android Delvelopers, Transmitting Network Data Using Volley, Consultado 01 de Marzo de 2018, dirección de internet: <https://developer.android.com/training/volley/index.html>
- CODE. 2015. Recuperado el 22 de agosto de 2016, de <https://code.org/>
- Mariño, Sonia I.; Alfonso, Pedro L. (2014) Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación, Scientia Et Technica, vol. 19, núm. 4, pp. 413-418 Universidad Tecnológica de Pereira Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84933912009>
- MOYA, Mónica. 2013. De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos. Revista DIM
- SIEMENS, George. 2014. Conectivismo: una teoría de aprendizaje para la era digital. Obtenido de [http://www.diegoleal.org/docs/2007/Siemens\(2004\)-Conectivismo.doc](http://www.diegoleal.org/docs/2007/Siemens(2004)-Conectivismo.doc)
- VALVERDE, Jesús, FERNÁNDEZ, Rosa, & GARRIDO, María del Carmen. 2015. El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, 46(9). 15 de septiembre

### Notas Biográficas

El **M en RI Ivan Azamar Palma** es coordinador de carreras en el Instituto Tecnológico de Tláhuac II CDMX y profesor investigador asociado del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco del Estado de México, evaluador del organismo CACEI, más de doce artículos publicados en congresos internacionales y especialista en el área de la Ingeniería en Sistemas Computacionales.

# EL PANEL SENSIBLE: UNA ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE CONSUMIDORES Y DE PRODUCTOS ARTÍSTICO-CULTURALES

Azouri Miranda José Eduardo<sup>1</sup>, Bretón Arredondo José Luis<sup>2</sup>, Abad Espíndola Eric<sup>3</sup>

## Resumen

**El presente documento parte de un recorrido por la Teoría del Producto Sensible, o mercadotecnia de la Experiencia Sensible la cual sirve de fundamento para la propuesta metodológica denominada Panel Sensible, técnica de investigación para el estudio del consumo y los consumidores de artes performativas o audiovisuales con público presente en salas.**

**Una vez expuestos los fundamentos teóricos y epistémicos de dicha teoría se describe la metodología y protocolo de investigación del Panel Sensible para posteriormente analizar los resultados de la aplicación piloto de la técnica en una temporada teatral en la ciudad de Xalapa, Veracruz.**

**Para cerrar la exposición con una reflexión sobre la utilidad y aplicabilidad del Panel Sensible, así como sus aportes, limitaciones y posible evolución en el futuro a la luz de los avances de la disciplina mercadológica en un entorno transdisciplinar que sería de gran utilidad para la evaluación de los programas del sector artístico y cultural cuya masa total supera las 6 mil salas de cine<sup>4</sup> y 672 teatros<sup>5</sup>.**

## Introducción

La presente exposición tiene como propósito dar a conocer la pertinencia y utilidad de la técnica denominada “Panel Sensible” para el estudio de consumidores y/o públicos asistentes a los productos artísticos culturales en salas con sillería o butaquería fija.

El Panel Sensible, es parte del desarrollo de la Teoría de Marketing Sensible especializado en el sector cultural y que fue publicada en el 2014 con el título: *Hacia la teoría del producto sensible. Teoría de mercadotecnia de las artes* bajo el auspicio del Fondo Nacional Para la Cultura y las Artes (FONCA) con la autoría de los maestros Arturo Sastré Blanco y Eduardo Azouri Miranda quienes coordinaron un grupo multidisciplinar integrado por Elena Paz Morales, Gustavo Vargas Sánchez, y Violeta Becerril.

El Panel Sensible, ofrece una alternativa metodológica ante el desgaste de las técnicas clásicas tradicionales de investigación en el campo cultural, específicamente el Cuestionario, tal y como lo han señalado Alberto Fernández Torres<sup>6</sup>, especialmente porque permite una excesiva racionalización de las respuestas y predispone a los encuestados a buscar la que consideran adecuada a los propósitos del cuestionario, no a expresar realmente sus ideas, sentimientos y/o experiencias.

---

<sup>1</sup> zhariar40@gmail.com/ Universidad Veracruzana

<sup>2</sup> ches73@yahoo.com / Universidad Veracruzana

<sup>3</sup> spindolaeric@hotmail.com / Universidad Veracruzana

<sup>4</sup> En el año 2017, México se ubicó en el cuarto lugar del ranking mundial al contar con 6,742 salas de cine, por debajo de China (50,776), Estados Unidos (40,431) e India (8,455) y por encima de naciones como Francia, Rusia, Alemania, Reino Unido, Italia o Japón, de acuerdo un estudio elaborado por la Dirección General de Análisis Legislativo del Instituto Belisario Domínguez.

<http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/41487-mexico-el-cuarto-pais-del-mundo-con-mas-salas-de-cine-senala-el-ibd.html>

<sup>5</sup> Según el Sistema nacional de Información Cultural <https://sic.cultura.gob.mx/index.php?table=teatro>

Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Veracruzana.

Cuerpo Académico

Estudios de la comunicación estratégica aplicada.

Marzo 2019

<sup>6</sup> Fernández Torres A. (2015) ¿Debemos Replantearnos los Modelos de Estudios de Públicos? Madrid



La primera aplicación o prueba piloto de la técnica, se dio en el marco de la temporada teatral de la obra *El Origen de la familia, la propiedad privada y el estado*, de Luis Enrique Gutiérrez y Ortiz Monasterio, montada en el mes de marzo del año de 2015 por la Compañía Titular de Teatro de la Universidad Veracruzana. Los principales resultados de esta investigación así como el modelo de experiencia sugerido se incluyen el presente trabajo. Como prueba de la utilidad práctica de la técnica.

Cabe señalar que el ambiente cultural y en general las industrias creativas no suelen aprovechar las técnicas del marketing, advertimos una hostilidad inexplicable hacia esta disciplina. Es notorio que las empresas culturales e instituciones no cuentan entre sus organizaciones con un departamento o dirección de mercadotecnia con las consecuencias en sus resultados administrativos, ya sea por ingresos deficitarios, merma, retornos, trabajo precario pero sobre todo ausencia de público consumidor.

### Marco Teórico

Uno de los principales aportes de la teoría del Producto Sensible es dar una respuesta a las preguntas ¿Qué tipo de producto es el arte? y ¿Cómo es consumido en realidad? ¿Cómo funcionan estos mercados? Bajo la premisa de que si no respondemos a éstos cuestionamientos no podremos generar un tipo de marketing que dé resultado para la generación de demanda y clientes tanto para los artistas como de las organizaciones culturales.

Los autores de dicha teoría, van más allá de lo planteado por Colbert y Cuadrado en su obra *Marketing de las artes y la cultura*<sup>7</sup> que define al producto cultural como un producto creado con “libertad respecto a las exigencias o condicionantes del mercado”, para plantear que éste sólo requiere para ser creado de un *espacio íntimo* en el artista que conectará a su vez en un espacio íntimo del consumidor, produciéndose un fenómeno de recepción-cocreación-apropiación que puede derivar, con la intervención de la estrategia del marketing cultural, en una relación autor-producto-consumidor exitosa. En relación a la satisfacción de necesidades- fin último del marketing, los productos sensibles satisfacen, en diferente grado, necesidades relacionadas con la autorrealización y la trascendencia, así como de socialización. Los consumidores acudimos a puntos de venta de las artes para convivir con otras personas, para obtener experiencias significativas cuya utilidad reside en el interior de la persona en un sistema de retribución diferente al de otros productos utilitarios.

Así los autores proponen una evolución de la mercadotecnia experiencial (Pale & Gilmore) hacia una experiencia más sofisticada que no es creada por la organización empresarial con el ánimo de generar beneficios sino que la organización artística y cultural persigue la recepción-cocreación-apropiación en una relación entre el artista y el consumidor. A esto le han llamado *Experiencia Sensible* la cual se puede y se debe diseñar para generar experiencias cuyo valor predominante no sea el de obtener utilidades sino relaciones a través del arte. La teoría de la sensibilidad va más allá de los productos que resuelven o solucionan problemas o que mejoran la vida cotidiana, sino que entiende que hay relaciones de intercambio y de consumo de ciertos productos y servicios diferentes a los que la mercadología tradicional atiende y que ofrecen beneficios que no son dinerarios únicamente, sino que aportan beneficios que operan en dimensiones de valores diferentes de la misma cotidianidad y vida individual y de las comunidades. Estos merecen pues una mercadología diferente a la tradicional.

Dos consideraciones que llevaron a los autores a caracterizar las artes y cultura como Productos Sensibles son la *inseparabilidad* que tienen con respecto de los autores y por lo cual no se pueden considerar como mercancía en la forma tradicional y que además de los capitales dinerarios las artes y la cultura generan otras formas de capitales que en una nueva oleada de estudios del derechos humanos, sociológicos y culturales han conseguido consolidarse y conformar políticas y disposiciones gubernamentales. Estos son los capitales culturales representados en los objetos e instituciones en sí, los capitales intangibles y capitales humanos que realizan de manera insustituible las artes.

#### *La Experiencia Sensible y el modelo de los tres círculos*

Otro de los aportes de la teoría, es la comprensión que para el adecuado consumo de los productos sensibles y la construcción de dicha comunidad de consumidores, es necesario el diseño de una *Experiencia Sensible*, que facilite la recepción de la obra de arte y donde el consumidor y el artista realicen un acto íntimo e individual de co-creación.

---

<sup>7</sup> Colbert, F. y Cuadrado, M. (2000). *Marketing de la cultura y las artes*. Pág. Barcelona. Ariel.

A la hora de hacer operativos los planes de mercadotecnia dicha experiencia tiene su propia naturaleza y particularidades y la teoría la explica a través del modelo denominado de *Los Tres Círculos*, que plantea tres dimensiones, o círculos concéntricos, para su diseño donde el primer círculo le pertenece al fenómeno comunicacional del Producto Sensible que se oferta, es decir que en esta dimensión el producto se encuentra en forma de *mensaje* para que el posible consumidor se entere e inicie una relación benéfica; el segundo círculo o el denominado *montaje periférico* que consiste en el aprovechamiento integral del espacio y otros recursos donde se realiza el consumo: teatro, galería, sala de cine, para enriquecer la experiencia de consumo, lo que implica desde incluir fotografía, recursos audiovisuales y digitales, hasta incluir espacios de socialización y convivencia para los consumidores, antes y después del consumo. En el tercer círculo: el Producto Sensible en sí, que si bien se crea con grados de libertad respecto a las condicionantes y necesidades del mercado, se deben cuidar las condiciones propicias y servicios periféricos- servucciones- para que su consumo sea una verdadera recepción y sin barreras. Además de que el adecuado diseño de los dos primeros círculos potencia la receptividad, las competencias ocio, de los consumidores para el consumo- apropiación de los productos sensibles.

### *Ocio y mercado de tiempo libre*

Otro aspecto clave de la obra es su amplio análisis del mercado del *tiempo libre* y el *mercado del ocio*, dónde ocurre el consumo del arte y el entretenimiento para, a partir de ahí discutir sobre la necesidad del desarrollo de las *ocio competencias* que faciliten el consumo de productos sensibles, contemplando cómo el *Marketing de la Sensibilidad* como disciplina emergente, a través de sus herramientas, puede contribuir a desarrollarlas y construir comunidades de consumidores sensibles.

En resumen, los autores concluyen que el arte debe definirse mercadológicamente como producto sensible creado con un alto grado de libertad y que se consume en el espacio íntimo del consumidor a través de una experiencia sensible, que es una forma de experiencia estética pero que requiere un diseño metodológico específico, basado en información clave derivada de técnicas y métodos tales como el Panel Sensible. *Clasificación e inventarios de los productos sensibles*.

Otra de las grandes aportaciones de la obra es que, por primera vez en la historia de la mercadotecnia, se ofrece una clasificación de los productos sensibles de acuerdo a su manifestación en función de sus estados de **energía**, lo que lleva a diez niveles de clasificación. Este aspecto es clave ya que cada clasificación requiere de condiciones y estrategias diferenciadas de marketing para su comercialización.

Esta clasificación analiza las particularidades básicas de un producto: Almacenabilidad, Presentaciones al consumidor, y sistemas de distribución por canales. Así podemos entender que la almacenabilidad de algunos productos son posibles cuando otros son imposibles de almacenar ya que se elaboran y entregan a los consumidores *ipsofacto* se realizan las funciones de los espectáculos en vivo. Hay productos de presentaciones únicas o variadas y hay productos de un solo canal de distribución o multicanales.

Dicha clasificación parte de la comprensión de dos de las características esenciales en los productos sensibles, son: la **pluralidad**, que les permite a partir de un derecho autoral, plantear varias versiones de sí mismos, (El guion que se hace película, novela, obra de teatro y hasta vídeo juego) y presentarse al mercado de las formas más diversas, y la: **escalabilidad**, que permite la multiplicación de las obras artísticas gracias a la tecnología, especialmente los medios digitales que permiten, por citar un ejemplo, miles y hasta millones de descargas de una obra musical.

La clasificación de los Productos Sensibles permite en su última dimensión determinar cuál es la unidad mercadeable en cada caso, lo que equivale a definir con exactitud el ¿qué vendo en realidad? Butacas, CD, s DVD's, libros, descargas, entre otros muchos. Este enfoque permite, sean almacenables o no los productos sensibles, establecer con precisión de qué tamaño es el inventario a desplazar, y en cuánto tiempo; lo que permite determinar a su vez: cuál es la estrategia de marketing que debe acompañar a cada unidad mercadeable para generar así productividad y rentabilidad a la organización cultural.

Estas claridades son una innovación en la mercadología que permite realizar una observación desde la mercadología, pero también desde la administración pública cultural. Es aplicable en todo el mundo.

### *La nueva frontera el Marketing de la Sensibilidad*

Finalmente, la teoría del Producto Sensible deriva en la necesidad de crear un marketing acorde a su naturaleza, que respondiera sus características, impulsara su participación en los mercados del tiempo libre y el ocio y contribuyera a su administración estratégica. Así surge la necesidad de plantear el Marketing de la Sensibilidad.

Este Marketing, parte de reconocer la naturaleza del Producto Sensible y su espacio íntimo, el cual no puede ser tocado por ninguna de las herramientas mercadológicas, ya que equivaldría a ir contra los propósitos e intimidad del creador. Fuera de ese espacio el marketing actúa desde el diseño de la experiencia sensible, y la estrategia de marketing de acuerdo a las unidades mercadeables e inventariables del Producto Sensible, comprendiendo su naturaleza y características específicas.

Dicha naturaleza del Producto Sensible genera un fenómeno que merece ser analizado y comprendido para el desarrollo de comunidades de consumidores sensibles: la compartición. Esta parte del descubrimiento de que el Producto Sensible no se recomienda; se comparte, lo cual responde a motivaciones más profundas y una necesidad que se vincula al altruismo: al recibir los beneficios de la obra de arte, y experimentar lo que en nosotros ofrece de transformación profunda queremos que aquellos que más queremos y amamos reciban lo mismo.

La compartición tiene diferentes mecanismos y procesos a la simple recomendación, comenzando porque el nivel de involucramiento es mayor y exige un diseño de estímulos de marketing con mucho mayor grado de sensibilidad que la impulsen y propicien.

En resumen el Marketing de la Sensibilidad –que será abordado con mayor profundidad en la segunda edición de la obra ya en proceso- a la par que genera comunidades de consumidores de Productos Sensibles contribuirá a formar individuos con una mayor sensibilidad hacia los problemas y necesidades del entorno social, sus comunidades y el planeta en general, coincidiendo con algunos de los postulados del Marketing 3.0 pero profundizando más en los mecanismos y métodos para el desarrollo de dicha sensibilidad en un mundo que parece perderla en el aislamiento y la trivialización.

### **Método: Marco metodológico**

#### *Planteamiento*

El presente documento busca resumir el proceso metodológico para la realización de la técnica de investigación conocida como Panel Sensible, propuesta por Arturo Sastré Blanco en el corpus de la obra ya citada.

Lo que nos urge es un método sencillo aplicable por las mismas organizaciones inmediatamente después de que han ocurrido y sin el gasto que implica recurrir a profesionales de la investigación.

La técnica se basa en tomar impresiones inmediatas después de una experiencia de consumo cultural- experiencia sensible - preferentemente en sala con butacas o escenario con espectadores, a través de un mecanismo simple: después de un reactivo o pregunta, levantar un cartel o paleta, o incluso el mismo programa de mano, para hacer un registro fotográfico de las respuestas, mismas que después son procesadas estadísticamente para su análisis.

En un nivel de mayor profundidad, el cual está contemplado en la técnica, las fotos permiten analizar expresiones faciales -para correlacionarles con patrones psicofísicos y neuronales- y obtener mediciones así de las respuestas emocionales y sensibles de los espectadores. En este nivel la técnica se aplica con las bases transdisciplinarias que el neuromarketing postula y que constituyen una nueva frontera de avance en el campo disciplinar de la mercadología. La prueba realizada se mantuvo, en el nivel de evaluar la respuesta inmediata de los espectadores sin considerar apreciaciones psicofísicas y/o cognitivas.

#### *Propósito: objetivo epistémico*

El principal propósito de la aplicación de la técnica, desde el punto de vista epistémico, es evaluar su potencial para generar información, es el conocer las ventajas y desventajas sobre otras técnicas como el cuestionario de salida, que al parecer y según estudios recientes han perdido eficacia para conocer la realidad de patrones, experiencias y motivaciones en el consumo, ya que los consumidores no sólo se han habituado a ellos, sino racionalizan excesivamente las respuestas – contestan lo que creen se espera deben responder- o bien buscan la salida rápida de la prueba.

Por otra parte, una de las tesis a comprobar es que el Panel Sensible en sí mismo a diferencia del cuestionario ofrece una experiencia positiva para el consumidor que enriquece e incluso complementa la experiencia de consumo de la obra- Producto Sensible en la teoría- y por lo tanto incrementan la percepción de valor.

Finalmente, la mayor utilidad de la técnica, de acuerdo a la teoría expuesta, es aprovechar la información recabada para el diseño de Experiencias Sensibles que incrementen el grado de satisfacción de los consumidores, de forma que se incremente el consumo cultural del Producto Sensible en cuestión, a la par que se abona a la creación de una comunidad de consumidores sensibles.

### *Metodología general*

Más allá del objetivo epistemológico, la prueba cuenta con un proceso que permite optimizar su aplicación, que parte de definir cuál debe ser el objetivo de investigación, establecer qué información se pretende obtener a través de ella, así como los procedimientos para su ejecución, que se presentan más adelante.

### *Muestra*

Una de las ventajas de la técnica es que se puede contar con muestras grandes con alta representatividad y óptimos niveles de confianza y márgenes de error. La razón: se puede muestrear sobre audiencias de temporadas que pueden contar asistencia alta, ya sea de pocas funciones con mucho público o audiencia acumulada de acuerdo al concepto de desplazamiento del *Inventario Sensible*, ya expuesto.

### *Diseño de instrumento de investigación*

El instrumento de investigación se denomina Guía de Panel Sensible el cual consiste en una serie de reactivos diseñados en función de los objetivos de investigación y las variables derivadas de ellos con sus respectivos indicadores.

La siguiente tabla muestra un ejemplo de variables e indicadores que pueden utilizarse para el diseño de la Guía del Panel Sensible:

### *Variables e indicadores de la técnica*

<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>
Perfil del consumidor y patrones de consumo.	Frecuencia y ocasión de consumo Compañía con la que asisten Profesión u ocupación Zona de la ciudad en la que viven
Medición del consumo sensible o calidad de la experiencia del Producto Sensible.	Emociones dominantes Horizontes de expectativas Asociaciones inmediatas Grado de intensidad de la experiencia Grado de satisfacción de la experiencia Costo de oportunidad frente a otras opciones Disposición a compartir la experiencia
Consumo cultural asociado	Preferencia de consumo cultural dominante Actividades de post experiencia (planificadas o deseadas)
Comunicación	Vías en por las que se enteraron del Producto Sensible Motivadores de la asistencia

### *Materiales*

Los materiales base para aplicar en la aplicación del Panel Sensible son:

- a) Papeletas con mango de madera y circunferencia de 20 cm. de diámetro.
- b) Letrero impreso sobre vinil de 1.50 m. por 40 cm. con Hashtag para que el público pudiera subir impresiones de la obra, (éste es opcional ya que el Panel Sensible ofrece la posibilidad de utilizar tecnología de redes sociales para complementar las respuestas de la guía con impresiones o comentarios, de corte cualitativo sobre el consumo del Producto Sensible).

- c) Cámara para video filmación de las sesiones y posterior conteo y proceso de datos.

### *Recurso Humano*

El apoyo con que se contó para la aplicación del panel sensible fue:

#### *Un Moderador del Panel Sensible*

Éste juega un papel preponderante, ya que conduce la aplicación de la Guía del Panel Sensible, y debe crear el ambiente de confianza y reglas de participación para generar las condiciones de libertad de respuesta y espontaneidad.

El perfil idóneo es de un actor o mimo, con capacidad de expresión oral y persuasión. La clave está en la capacitación que se dé a éste en la aplicación de la guía y en los mecanismos de conducción para evitar el sesgo.

#### *Un videofilmador*

Que deberá preparar tomas que encuadren con claridad a todos los espectadores en la sala, para poder detener el vídeo para hacer los conteos de las respuestas.

#### *Edecanes*

Dos a tres edecanes- galicismo que literalmente significa: ayuda de campo- de apoyo para entrega de papeletas, mostrar Hashtag #, apoyar dinámica y, cuando así se considere, aplique: rifar o dar regalos a los espectadores que den además respuestas cualitativas y opiniones sobre su experiencia de consumo del Producto Sensible.

#### *Protocolo de aplicación*

Los pasos para la aplicación de la Técnica se describen a continuación.

1. Entrega de papeletas y explicación al público: las edecanes entregan las papeletas para la dinámica junto con los programas de mano a la entrada a sala. Al entregarlos se explica al público que hay que conservarlos ya que son para una dinámica al final de la obra.
2. Aplicación de la guía y obtención de la información: se realiza a través de la interacción del moderador de la técnica quien aplica los reactivos prediseñados a los espectadores. Bajo el siguiente esquema de moderación:
  - a) Su primera tarea es generar un ambiente de confianza y de libertad de respuesta, lo que logra en un primer momento una introducción-raport con el público, jugando a que la obra no ha terminado, que viene una segunda parte y que el personaje quiere (puede simular que es el productor y quiere saber si su dinero está bien invertido, por ejemplo) obtener algunos datos o impresiones de los espectadores.
  - b) En un segundo momento invita a subir a la “señorita o señor Hashtag” quien porta el letrero con el hashtag # predeterminado para que el público publique sus primeras impresiones y comentarios de la obra.
  - c) Después se realiza un ejercicio de práctica de respuesta con el público con preguntas no relacionadas con la experiencia de consumo, ejemplo: ¿quién tiene hambre?
  - d) El actor-moderador, da instrucciones de cómo contestar los reactivos: en esta parte enfatiza que las respuestas son personales, deben ser automáticas (los que dudan o la suben tarde se anulan como respuestas en la revisión de la video filmación) y que nadie tiene que estar de acuerdo con los demás, y establece un mecanismo para sincronizar cuando levanten las pancartas; simplemente con una indicación al panel de “suban sus pancartas”, “bajen sus pancartas”, o un conteo.
  - e) El actor personaje aplica la guía, el panel de espectadores responde levantando una pancarta a reactivos formulados que sólo tienen una posibilidad de respuesta (excluyentes) y en algunos casos contendrán escalas de satisfacción (Likert).

3. Cada respuesta es filmada y/o fotografiada, para su posterior análisis y conteo en tablas de registro y bases de datos.
4. Al final de la aplicación se hacen unas preguntas extra de recordación de frases de la obra y a los que contestan se les da un regalo especial, a la par que se agradece al público su participación. Se les pide a todos que entreguen sus papeletas saliendo del teatro a las edecanes de apoyo.
5. Se diseñan tablas de captura de información. Una hoja de captura para cada Panel.
6. La información recabada se procesa estadísticamente, se hacen ajustes considerando sesgos.
7. Se realiza análisis e interpretación de la información, presentado gráficos y tablas de información del resultado del total de los paneles.
8. Se presenta reporte ejecutivo final y conclusiones.

### *Manejo de Sesgo*

Uno de los aspectos importantes a cuidar en la ejecución de cualquier técnica es el manejo del sesgo para mantener la fiabilidad de las respuestas. En el caso del Panel Sensible esta responsabilidad recae en gran medida en el moderador.

Una de las formas directas de evitar el sesgo es la explicación del moderador de la importancia de la libertad de respuesta y el establecer el mecanismo de sincronización al levantar las paletas. Otra forma de disminuir la posibilidad de sesgo de respuesta por presión social es que el moderador pida que se cierren los ojos para escuchar la pregunta y no se abran hasta que hayan levantado la paleta. Esto evita el que se eliminen en el análisis del vídeo aquellos que levantan la paleta de forma tardía o esperan a ver la tendencia de la sala.

### **Hallazgos: resultados de la aplicación de la técnica**

A continuación, se presenta el resumen de los principales resultados de la aplicación de 8 Paneles Sensibles durante el mismo número de funciones durante la temporada de la obra *El origen de la familia, La propiedad privada y el Estado* de Luis Enrique Gutiérrez y Ortiz Monasterio. Montaje de la Compañía Titular de Teatro de la Universidad Veracruzana (CTTUV), que permitió alcanzar una muestra de 879 espectadores lo que equivale en términos estadísticos a un margen de error del 3.5% a un nivel de confianza del 95%. Lo que da validez a los resultados. El muestreo se realizó entre el 27 de marzo y el 8 de abril del año 2015, y los resultados permanecían inéditos hasta el presente documento.

- a) La publicidad sigue siendo una forma efectiva de comunicarse con el público de la CTTUV no obstante, sigue dándose una presencia de un público de “primer círculo” es decir: amigos, conocidos, invitados y muy poca de círculos extendidos donde se ubican nuevos consumidores.
- b) Los espectadores viven más lejos del teatro de lo que se suponía, casi la mitad de ellos se desplazan más de 30 minutos para llegar; al parecer falta hacer más promoción y marketing entre los habitantes de la zona de influencia inmediata del foro.
- c) La mayoría de los asistentes (80%) a los montajes de la CTTUV acuden dos o más veces al año, lo que si bien le da un público estable, también refleja que se ha trabajado poco en atraer nuevos espectadores. Un 20% apenas ha asistido al teatro 3 veces en toda su vida.
- d) La forma que al parecer es más dominante y preferida es la asistencia en grupo al teatro, ya sea de amigos o familia, más de un 62% acuden de esta forma. Lo que lleva a pensar que pudieran explorarse mercadológicamente más estos patrones de consumo para desarrollar promociones y descuentos especiales para grupos de forma que se incentive más su consumo y la recompra.
- e) En cuanto a la medición de la calidad de la experiencia vivida, el Panel Sensible dio suficientes elementos para evaluarla, lo que presupone que es una técnica inmejorable para ello ya que toma las respuestas inmediatas y de forma espontánea y supera a la encuesta de salida ampliamente en ese rubro.



- f) En relación a la obra, la técnica permitió ver que en general cumplió con las expectativas, resultó regularmente entretenida para la audiencia y en general fue calificada como buena. Para la mayoría de los espectadores -87%- ir a la obra fue lo mejor que pudieron haber hecho frente a otras opciones, lo que refleja que genera una alta rentabilidad en función del costo de oportunidad.
- g) Y en relación a las emociones o sentimientos generados por la obra, los que dominaron fueron la indignación y el enojo -62%- lo que coincide con su temática que aborda la corrupción, seguida por la alegría – es una comedia- 26%.  
El panel confirma su capacidad para medir emociones y sentimientos de forma espontánea, con ventajas sobre otras técnicas, aspecto que puede aprovecharse mucho más en futuras aplicaciones. Las frases percibidas y compartidas también refuerzan que el tema descarnado de la corrupción de la obra fue el que más penetración tuvo en la percepción del público.
- h) En cuanto a compartir la obra, (que significa buscar activamente que otros la vean para que vivan la experiencia y reciban los beneficios de la misma) uno de los pilares de la teoría del Producto Sensible, domina los que la compartirían con la familia (52%), seguido por los amigos (34%), lo que confirma la necesidad de explorar más las estrategias promocionales de marketing que estimulen el compartir y sobre todo en el círculo de relaciones próximas de los espectadores. (Generar cupones-tarjeta de “Yo comparto esta obra con \_\_\_\_\_” que impliquen descuentos para otras funciones es una opción que aparece con un gran potencial). A su vez el 90% manifestó querer ver la segunda parte de la obra, lo que confirma que es interesante el concepto de obras seriadas.
- i) Uno de los aspectos más interesantes de la aplicación del Panel Sensible, es que permitió conocer los intereses de consumo de tiempo libre post función, lo que permitirá desarrollar promociones que agreguen valor a la experiencia y la integren a una experiencia global de mayor alcance para los espectadores. Ir a cenar, ir a cafés y a bares son las actividades que el 82% de los espectadores quieren realizar después de acudir a la obra. Por la ubicación del Teatro del Estado, en el corazón de la ciudad, resulta una oportunidad para realizar convenios con negocios en estos giros que permitan otorgar cupones de descuento y promociones durante las funciones.
- j) En relación a lo anterior y con base en el modelo denominado de los tres círculos, será necesario en el primer círculo, comunicación, crear mensajes que también sean experiencias en sí mismos, como hacer tráileres, como los cinematográficos, realizar performances callejeros, relacionados con la temática de la obra: por ejemplo, en éste caso una consulta ficticia con un médico del IMSS que acaba regalando descuentos o promociones 2x1 para la obra, y realizar convenios con los restaurantes y bares de la periferia del Teatro del Estado- sede de la CTTUV- para que los clientes con sus entradas tengan descuentos en alimentos y bebidas; los espectadores quieren socializar al final de la función, en ese sentido, en el denominado montaje periférico, se pueden destinar espacios de convivencia para los espectadores en el lobby del recinto, en los que además podrán tomar café, bebidas y comer refrigerios, que pueden a su vez reportar ingresos extras a la compañía.
- k) En cuanto al perfil de los espectadores llama la atención que si bien existe cierta diversidad, el 26% está constituido por estudiantes y maestros de la Universidad Veracruzana, y sólo un 8.5% del resto de las 24 universidades de la ciudad, lo que abre un área de oportunidad para hacer promoción en este segmento, que ha sido marginado en los esfuerzos promocionales de la CTTUV.
- l) Finalmente, al 89% le gustó la aplicación del Panel Sensible enriqueciendo su experiencia y viviéndola como el montaje periférico al que alude la teoría del Producto Sensible. (Gran parte de los espectadores se quedó al final de las funciones a agradecer y comentar la experiencia del Panel).

### **Conclusiones: valor y aplicabilidad de la técnica**

En relación a lo planteado en el objetivo epistémico se puede concluir:

- a) El Panel Sensible constituye una alternativa, viable, práctica, eficaz y lúdica como alternativa al cuestionario y otras técnicas, de las aplicadas a los denominadas estudios de públicos.
- b) Una de sus principales ventajas es que las respuestas son espontáneas y de esta manera se evita el riesgo de racionalización excesiva de las respuestas para acomodarlas a las expectativas del investigador y encuestador.

- c) A su vez, con un mecanismo de sincronización de la respuesta, o el manejo de “ojos cerrados” evita en gran medida el denominado “sesgo por presión social” (aquellos que contestan en el sentido que lo hace la mayoría) aun así, la vídeo filmación permite eliminar a los que dudan en la respuesta y hacer ajustes estadísticos.
- d) Por otra parte, la técnica permite a su vez hacer una evaluación del comportamiento social de las respuestas diferenciándolo del individual, lo que permite una aproximación muy interesante a la realidad de toma de decisiones en el ámbito del consumo cultural, que difícilmente ocurre de forma aislada.
- e) La técnica tiene una gran utilidad para conocer el perfil socioeconómico y sociodemográfico de las audiencias, así como patrones de consumo de productos complementarios en el mercado del ocio y del tiempo libre pre y post asistencia a sala, lo que resulta de un gran valor para el diseño de estrategias de marketing y comunicación.
- f) Otro aspecto que más que una limitación constituye un territorio por explorar, es el tipo de reactivos que deberán utilizarse en el Panel Sensible. La experiencia después de la prueba piloto efectuada dicta que es importante trabajar más sobre categorías de análisis y reactivos relacionados sobre la recepción de las obras de acuerdo a los postulados de la teoría del producto sensible, *reactivos sensibles* ya que los que se utilizaron no tuvieron diferencias significativas con los que se usan comúnmente en los cuestionarios, la diferencia fue que la técnica optimizó su aplicación y generó respuestas espontáneas.
- g) En relación al valor de la técnica para medir la recepción de las obras-Productos Sensibles- así como la experiencia de consumo sensible, si bien tiene una importante utilidad y permite verificar las principales emociones y conceptos recibidos inmediatamente después del consumo (aspectos emocionales y racionales), la profundidad, calidad y verificabilidad de la información será mucho mayor en cuanto se incorporen a la aplicación transdisciplinar las tecnologías, reactivos y protocolos provenientes del neuromarketing, entonces se podrán hacer análisis vía hardware y software especializado del lenguaje facial de los consumidores durante las funciones, así como actividad neuronal, física y ocular, con dispositivos como el eye tracking, el bio feedback entre otros. En la actualidad el grupo de investigación de la teoría del Producto Sensible se encuentra trabajando en el desarrollo e implementación de dichos dispositivos y software para aplicaciones futuras de la técnica.

### Referencias principales

- Colbert, F. y Cuadrado, M. (2000). *Marketing de la cultura y las artes*. Barcelona. Ariel.
- Kotler, P. (2004). *Marketing para las artes escénicas*. México. Pearson.
- Maslow, A. (2009) *El hombre autorrealizado*. Barcelona. Kairós.
- Pine II, B. J. y Gilmore, J. (2000). *La economía de la experiencia*. México. Granica.
- Sánchez, Vázquez A. (2007). *De la estética de la recepción a una estética de la participación*. México. Facultad de Filosofía y Letras UNAM.
- Sánchez, Vázquez A. (1997). *Textos de estética y teoría del arte*. México. Facultad de Filosofía y Letras UNAM.
- Sastré, A. y Azouri, J. (2014) *Teoría de mercadotecnia de las artes. Hacia una teoría del Producto Sensible* FONCA CONACULTA.

# OBTENCIÓN DE CELULOSA A PARTIR DE MATERIALES NO MADERICOS

María Fernanda Barceló-Acosta<sup>1</sup>, Dra. Laura Valdés-Santiago<sup>2</sup>, Dr. Gabriel Herrera-Pérez<sup>3</sup>

**Resumen**— El objetivo de este trabajo es utilizar las fibras del *Agave tequilana* Weber para la extracción de celulosa, siendo esté un desecho agroindustrial proveniente de la elaboración del tequila en las comunidades de San Gonzalo y El jagüey en el municipio de Romita, Gto. Una vez recolectadas las pencas frescas del maguey mostrado en la Fig.2, las hojas se sometieron a tratamientos físicos como sumergimiento, ablandamiento y cepillado y tratamientos químicos como hidrólisis ácida, alcalina y blanqueo, en tales tratamientos se emplearon diferentes concentraciones de cada reactivo para extraer la celulosa y comparar la efectividad de cada método en función de su textura, color y grosor de la fibra.

**Palabras clave**— Agave Tequilana, celulosa, pencas, maguey.

## Introducción

El agave es una planta de origen mexicano, robusta, de tronco reducido, hojas carnosas, fibrosas con bordes provistos de espinas rectas o en forma de gancho (Agave, 2018). El *Agave* o maguey (nombre común) pertenece a la familia de las agaváceas y dentro del reino vegetal es una de las plantas con mayor diversidad de usos, atribuyéndole más de cien de ellos. Entre los más comunes se encuentran: la elaboración de mezcal, tequila, pulque, aunque también se pueden obtener concentrados de aguamiel, mieles, jarabe, vinagre, jabones, shampoo, fibras para artesanías, entre otros (Parra et al, 2010).

El *Agave tequilana* es una planta que crece en zonas áridas y cálidas, que se caracteriza por tener forma de roseta, se reproduce principalmente por hijuelos, crece entre 1.2 y 1.8 m de altura. Sus hojas presentan un color azul-verdoso, son delgadas y casi planas; miden aproximadamente 1.25 m de largo y 10 cm de ancho y tiene una espina terminal de color rojo oscuro de 2 cm (Leyva et al, 2006). Las fibras del maguey, como la mayoría de las plantas terrestres se componen principalmente de tres constituyentes principales: celulosa (38-50%), hemicelulosa (23-32%) y lignina (10-25%) (Jiménez et al., 2016). La celulosa, principal componente de las paredes celulares de las plantas, es un polisacárido formado por moléculas de cadenas lineales de  $\beta$  (1,4)-D-glucopiranosas. Es el polímero más abundante de la naturaleza y utilizado como materia prima en industrias de papel y textil (Jiménez et al., 2016).

El maguey es una especie no maderable que puede ser utilizada para la extracción de celulosa y ser aprovechada para diversos usos en las industrias. En una hectárea se cultivan 2 500 agaves, en promedio de cada planta se obtiene 80 hojas que se encuentran físicamente aptas para extraer fibra. Por consiguiente, en una hectárea se generan 200 000 hojas que no están siendo aprovechadas (Rios, 2011). Se prevé que las fibras lignocelulósicas tengan una función importante en la transición respecto a las fibras sintéticas. Las fibras vegetales tienen una trascendencia económica, pero solo se aprovechan unas cuantas, como el sisal, henequén, yute, kenaf, abaca y bonote; el resto es explotado a pequeña escala, debido a falta de conocimiento de sus propiedades físicas, químicas o mecánicas (Caballero et al, 2008). Como es el caso específico de las fibras de las hojas del *Agave tequilana* Weber se deben considerar las propiedades de las fibras para sus posibles aplicaciones agroindustriales.

## Descripción del método

### Zona de estudio y toma de muestras

La especie muestreada *A. tequilana* Weber (Fig. 1), solo es cultivada en los estados mexicanos de Jalisco, Tamaulipas, Michoacán, Nayarit y Guanajuato (Jiménez, 2016), siendo este último el lugar de estudio, la zona elegida para la recolección de muestras, es el municipio de Romita, en las comunidades de San Gonzalo y El Jagüey. Las edades de las pencas recolectadas son de 3, 6 y 8 años. La edad de la planta varía dependiendo de la marca

<sup>1</sup> María Fernanda Barceló Acosta *es Estudiante* inscrita en la carrera de **Ingeniería Bioquímica** del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI). Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5. El Copal, Irapuato, Guanajuato. México. C.P. 36821. [sally.barce@gmail.com](mailto:sally.barce@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Laura Valdés-Santiago *es Profesora de Tiempo Completo*, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, adscrita a la carrera de **Ingeniería Bioquímica** del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI). Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5. El Copal, Irapuato, Guanajuato. México. C.P. 36821. [laura.valdes@itesi.edu.mx](mailto:laura.valdes@itesi.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Gabriel Herrera-Pérez *es Profesor de Tiempo Completo*, con Perfil Deseable PRODEP, adscrito a la carrera de **Ingeniería en Materiales** del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI). Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5. El Copal, Irapuato, Guanajuato. México. C.P. 36821. [gaherrera@itesi.edu.mx](mailto:gaherrera@itesi.edu.mx) (*autor correspondiente*).

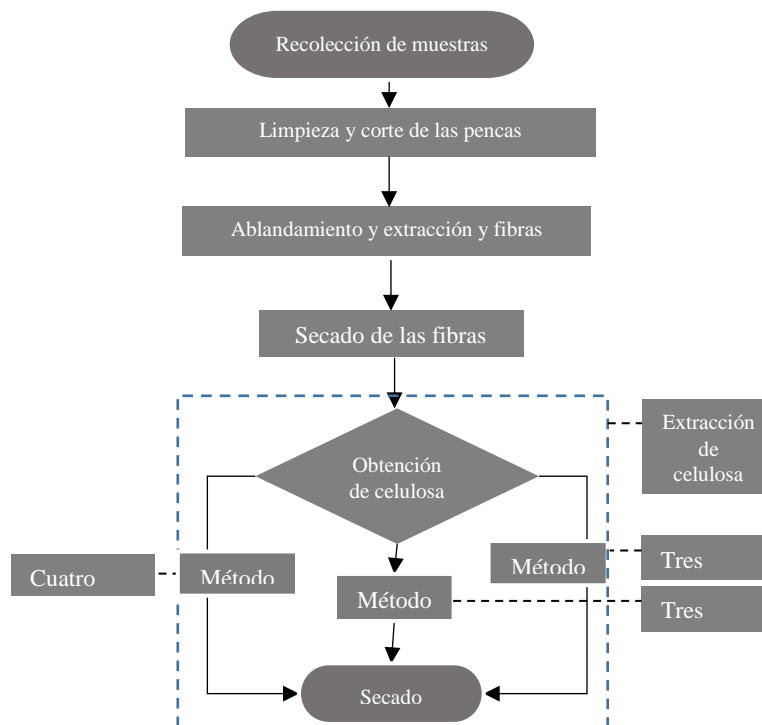
tequilera, ya que esta es la que dicta la fecha de cosecha acorde a las necesidades del producto a elaborar, según encuestas realizadas a los jimadores y agricultores de la zona, realizadas en las fechas de cosecha o jimado. Las muestras recolectadas fueron obtenidas minutos después del jime para evitar recolectar muestras dañadas por los mismos jimadores o por los remolques utilizados para el transporte de las piñas, además de que las pencas se secan con rapidez. Esto es de gran importancia para el estudio debido a que las pencas secas son difíciles de manejar porque las fibras contenidas en ellas se pegan a las paredes de las hojas lo que vuelve muy complicada la forma de extracción de estas y disminuye en gran medida la cantidad de fibras obtenidas.



Figura 1. Agave tequilana Weber. San Gonzalo, Romita. Fuente: Autores

*Materiales y métodos*

Para el ablandamiento de las pencas de maguey se utilizó el método de sumergimiento en agua a cielo abierto propuesto por Parra et al (2004), el cual tuvo una duración de tiempo variable respecto a la edad de la penca. Las pencas de 3 años tuvieron una duración de 1 semana, mientras que las de 6 y 8 años tuvieron un tiempo de 2 y 3 semanas respectivamente, mientras mayor sea la edad de las pencas será mayor el tiempo de ablandamiento, ya que la cantidad de humedad dentro de ellas es menor.



Obtención de las fibras de *Agave* Para la obtención de las fibras se utilizó una técnica manual, la cual consiste en golpear las pencas con un objeto pesado y posteriormente seguir con un lavado de la hoja con ayuda de un cepillo de alambre, las pencas cepilladas se lavaron con agua corriente eliminando cualquier partícula ajena a las fibras, finalmente las fibras se secaron a cielo abierto por 1 semana.



Figura 2. Campo de Agave tequilana. El Jagüey, Romita. Fuente: Autores

### *Extracción de celulosa*

La extracción de la celulosa se realizó por medio de la técnica de pulpeo, el cual consta de cuatro pasos propuesto por Bolio et al (2011) y Leyva et al (2006), para la realización de este procedimiento se empleó material básico de laboratorio.

**Hidrólisis ácida suave:** En un vaso de precipitados se colocó  $H_2SO_4$  al 0.4 % (v/v) y las fibras por 1 hora seguido de un lavado, este paso hidroliza la hemicelulosa a xilosa y otros azúcares, así como altera la estructura de la lignina. Siguiendo con la cloración o blanqueo: en otro vaso de precipitados se coloca  $NaClO$  al 3.5 % (v/v) y las fibras anteriormente lavadas, con agitación continua de la solución en un baño de agua a 30 °C hasta alcanzar un pH 9.2, seguido de un lavado con agua destilada, el blanqueo consiste en la eliminación de la lignina y partes coloreadas de la pasta. Posteriormente se realiza la Extracción Alcalina: que se realizará el procedimiento anterior, ahora con  $NaOH$  al 20% (p/v) en agitación continua por 1 hora, seguido de un lavado, aquí se elimina la hemicelulosa y la lignina, aumenta la superficie de acceso, provoca la degradación de ésteres y cadenas laterales alternando la estructura de la lignina. Finalmente, el blanqueo final: las fibras previamente lavadas se remojarán en una solución de  $NaOH$  al 0.5% (p/v) en agitación continua por 1 hora y un lavado final hasta un pH neutro. Seguidamente el material se desmenuzará y se colocará en una charola a temperatura ambiente por un día.

Se realizó un segundo procedimiento que se realizó para la extracción de la celulosa será por medio de la técnica de pulpeo, el cual consta de tres pasos propuesto por Tovar et al (2014), para la realización de este procedimiento se empleó material básico de laboratorio, **Hidrólisis alcalina suave:** En un vaso de precipitados se colocaron las fibras sin tratar y una solución de  $NaOH$  al 10% (p/v) por 1 hora seguido de un lavado, siguiendo con la hidrólisis ácida: se colocan las fibras previamente lavadas e otro vaso de precipitados con una solución de  $H_2SO_4$  al 4% (v/v) en agitación continua por 1 hora, seguido de un lavado, después la cloración o blanqueo: repitiendo el paso anterior, ahora con  $NaClO$  al 10% (v/v), con agitación continua por 1 hora, seguido de un lavado con agua destilada. Posteriormente al último lavado las fibras se secaron a cielo abierto por 1 día. En cada paso realizado ocurren las mismas reacciones descritas anteriormente, en este segundo método se ahorra un paso de blanqueamiento ya que al final se utiliza una concentración mayor del  $NaClO$ .

También se implementó un tercer método utilizado para la extracción de la celulosa se diseñó a partir de la combinación de los pasos y las concentraciones de los procedimientos anteriores, esto se debe a que la primera metodología fue diseñada para la extracción de celulosa de una clase diferente de maguey y la segunda fue implementada para la extracción de celulosa proveniente del bagazo de la especie de interés, por lo cual la metodología propuesta consta de los siguientes pasos: **Hidrólisis ácida suave:** En un vaso de precipitados se colocaron las fibras sin tratar y una solución de  $H_2SO_4$  al 4 % (v/v) por 1 hora seguido de un lavado, siguiendo con la extracción Alcalina: se colocan las fibras previamente lavadas en otro vaso de precipitados con una solución de  $NaOH$  al 20% (p/v) en agitación continua por 1 hora, seguido de un lavado, después la cloración o blanqueo: repitiendo el paso anterior, ahora con  $NaClO$  al 10% (v/v), con agitación continua por 1 hora, seguido de un lavado



con agua destilada. Posteriormente al último lavado las fibras se secan a cielo abierto por 1 día. En cada paso realizado ocurren las mismas reacciones descritas anteriormente, en este segundo método se ahorra un paso de blanqueamiento ya que al final se utiliza una concentración mayor del NaClO.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La obtención de celulosa a partir de fibras de fuente no maderable se logró de manera significativa. El tiempo de sumergimiento de las pencas varío por un tiempo de una semana, esto es por la cantidad de agua dentro de las pencas, ya que a mayor edad la humedad se guarda en mayor cantidad en el área de la piña que en las pencas, además, la textura de la celulosa obtenida difiere bastante de la textura del algodón (la fuente de celulosa más conocida), ya que hay que tomar en cuenta que la dureza de las fibras de *Agave* es mucho mayor que las de algodón. Respecto a la resistencia al corte comparándola con la fibra de maguey sin tratar, se puede observar una diferencia significativa ya que la porción de fibra tratada es más fácil de rasgar que la fibra sin tratar. En cuanto su apariencia y tacto se puede apreciar una disparidad significativa.

Edad del <i>Agave</i> (años)	3	6	8
	Diámetro de la fibra tratada (1x10 <sup>-2</sup> mm)		
Control	10	11	8
Metodología 1	7	7	6
Metodología 2	5	8	7
Metodología 3	4	6	6

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de extracción de la celulosa en las dimensiones de las fibras.

#### Conclusiones

De los resultados obtenidos mediante los tres métodos, el tercer procedimiento se considera óptimo, tomando en cuenta la apariencia de la fibra, con textura más suave y flexible. El grosor de las fibras tratadas disminuyó en promedio 0.04 mm por lo que se considera que hay una mejor eliminación de hemicelulosa, lignina y pigmentos. En la metodología uno se obtienen fibras de un color amarillento, poco flexibles y el grosor disminuyo un promedio de 0.03 mm al igual que en el procedimiento dos, el cual tiene unos resultados en color y textura mejores que la metodología uno. Considerando que la fibra del *Agave tequilana* es más gruesa que la de otros magueyes es bueno considerar que a mayor dureza de la fibra se requiere tratamientos con mayor concentración o cambiar constantemente la disolución con una fresca correspondiente al momento de llegar a una saturación para poder obtener un resultado favorable en la extracción de celulosa.

### Referencias

- Agave. (2018). El pequeño Larousse Gastronomique en español. Recuperado de: <https://laroussecocina.mx/palabra/agave-o-maguey-2/>
- Bolio, G., Valadez, A., Veleza, L. & Andreeva, A. (mayo, 2011). Whiskers de celulosa a partir de residuos agroindustriales de banano: obtención y caracterización. Revista mexicana de ingeniería química. Vol. 10, pp. 291-299.
- Caballero, M., Silva, L., López, I., Córtes, C., Montes, J., & García, R. (septiembre, 2008). Caracterización de propiedades mecánicas de fibras del *agave Angustifolia* haw. Memorias del 14 congreso internacional anual de la SOMIM. Vol. 1, pp. 89-94.
- Jiménez, E., Prieto, F., Prieto, J., Acevedo, O. & Rodríguez, R. (2016, junio). Caracterización fisicoquímica de cuatro especies de agaves con potencialidad en la obtención de pulpa de celulosa para elaboración de papel. DYVA, vol. 83, pp. 233-243.
- Leyva, C, Pérez, V., Domínguez, R. & Madera, T. (2006). Extracción y caracterización fisicoquímica de celulosa extraída de la vaina del frijol pelón (*Viagna unguiculata* L. WALP). memorias de la semana de divulgación y vídeo científico, 1, pp. 288-292.
- Parra, L., Villar, P. & Prieto, A. (diciembre, 2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías. Acta universitaria, Vol, 20, pp. 77-83.
- Ríos, L. (2011). Determinación del comportamiento viscoelástico y modelo reológico en las fibras de hojas del *Agave angustifoli* Haw. (Tesis de maestría). Instituto politécnico nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oax
- Tequila. (2012-2018). Tequila conquista. Jalisco, México.: Tequila conquista. Recuperado de <http://agaveconquista.com/site/tequila.php>
- Tovar, K., Nakasone, K., Sugita, S., Tagaya, M. & Kobayashi, T. (junio, 2014). Effects of sodium hypochlorite on Agave tequilana Weber bagasse fibers used to elaborate cyto and biocompatible hydrogel films. Materials Science and Engineering, 42, 808-815.



# MEDICIÓN DE LA GENERACIÓN DE POTENCIA Y CRECIMIENTO DE PLANTAS UTILIZANDO CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANO COMO DISPOSITIVOS ELECTROGÉNICOS EN CUATRO DIFERENTES SUELOS PARA CULTIVO

José Diego Bárcenas Torres<sup>1</sup>, María de Jesús Abellaneda Atanacio<sup>2</sup>, Lisset Jacobo Gamiño<sup>3</sup>, Guillermo Andrade Espinosa<sup>4</sup>

**Resumen**– Existe poca información sobre los factores que afectan la generación de energía de las celdas de combustible microbianas (CCM) aplicadas al suelo que utilizan la materia orgánica del suelo como combustible y mucho menos información de la interrelación entre la producción de energía eléctrica y el crecimiento de las plantas. Se utilizaron CCM como dispositivos electrogénicos para evaluar la generación de energía en cuatro tipos de suelo para cultivo (arenoso, limoso, arcilloso, de turba) a cuatro diferentes concentraciones de materia orgánica (10, 15, 25 y 50%, v/v). Los electrodos anódicos fueron colocados en la rizósfera de plantas de jitomate y zarzamora, mientras que los electrodos cáticos fueron colocados en la superficie del suelo. Se evaluó la diferencia de potencial a circuito abierto y la longitud de plantas y raíz durante cuatro semanas. Los resultados mostraron que el suelo de turba exhibió el voltaje más alto (400 mV) y una densidad de potencia de 490 mW/m<sup>2</sup>. Los valores de la generación de potencia y voltaje mostraron una tendencia negativa cuando existió incremento en la concentración de materia orgánica, sin embargo la tendencia resulta positiva cuando se observa mayor crecimiento en las plantas.

**Palabras claves**– generación de potencia, celdas de combustible microbiano, bioelectrogénesis, suelo, rizosfera.

## Introducción

Las celdas de combustible microbiano (CCM) son consideradas como una tecnología prometedora para la producción de corriente eléctrica acoplada con la biodegradación de materia orgánica. En las CCM, el sustrato es considerado como uno de los factores biológicos más importantes que afecta la generación de corriente eléctrica (Cervantes 2011). Una CCM aprovecha las propiedades de algunos microorganismos para la producción de energía, a partir de las reacciones metabólicas electroquímicas originadas por la transformación de un compuesto químico (sustrato) que comúnmente resulta como contaminante en los efluentes residuales (L.M. 2008). El producto de la conversión metabólica del sustrato, un protón hidrogeno (H<sup>+</sup>) es emitido al medio mientras que un electrón es transferido a un conductor desde el ánodo al cátodo, generando un gradiente de electrones que puede ser convertido en energía cuando se implica un componente de extracción de energía y dispuesta en un dispositivo de almacenamiento. Microorganismos implicado son bacterias electrogénicas que degradan los compuestos orgánicos en condiciones anaerobias y transfieren los electrones al ánodo y así la corriente eléctrica puede ser generada durante el proceso metabólico de degradación de la materia orgánica. Además las CCM se han utilizado para generar energía en sedimentos marinos (Bond et al, 2008), lodos de depuradora (Zhang et al, 2012), compost de jardín (parot et al. 2008), entre otros, razón por la que el suelo siendo un sistema con riqueza en materia orgánica podría resultar un medio para la generación de energía eléctrica.

<sup>1</sup> M.C. José Diego Bárcenas Torres es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán, México. [jose.bt@vmorelia.tecnm.mx](mailto:jose.bt@vmorelia.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> María de Jesús Abellaneda Atanacio es estudiante en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia Michoacán México. [m92-atanacio@outlook.com](mailto:m92-atanacio@outlook.com)

<sup>3</sup> Lisset Jacobo Gamiño es estudiante en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia Michoacán México. [lissetjg\\_96@hotmail.com](mailto:lissetjg_96@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Guillermo Andrade Espinosa es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia Michoacán México. [guillermo.ae@vmorelia.tecnm.mx](mailto:guillermo.ae@vmorelia.tecnm.mx)

Por otro lado, el suelo se define desde el punto de vista medioambiental, como la fina capa superior de la corteza terrestre (litosfera), situada entre el lecho rocoso y la superficie. Está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos (Gonzales Sabroso, 2014). Uno de los usos principales del suelo hoy en día es el uso agrícola que es una de las principales actividades productivas que se desarrollan, por lo que los requerimientos nutricionales del suelo deben ser los adecuados para cada tipo de cultivo. Las principales características del suelo agrícola es que se encuentra en zonas de climas que favorecen el desarrollo y crecimiento del cultivo, teniendo en cuenta principalmente la variación de precipitaciones, temperaturas, vientos, periodicidad de sucesos como fenómenos climáticos, el suelo debe contar con los nutrientes principales para cultivos los cuales son: fuentes de carbono, nitratos, amonio, fósforo, potasio, sulfato de magnesio, calcio, sodio cloruro, y otros como hierro, cobre y manganeso (Gutiérrez, 2015), todos los nutrientes que el suelo requiere pueden ser reforzados y agregados de manera artificial através de fertilizadores ricos en nitrógeno y carbono que se aplican en zonas que se requieren. Los tipos de suelo existentes para cultivo son de tipo arenoso, limoso, arcilloso, de turba y salino, siendo las condiciones ideales de suelos para cultivos aquellos suelos bien drenados, profundos francos, con una densidad aparente de 1.1 a 1.2 g/cm<sup>3</sup> (Guitian, 2010), por lo que los suelos para cultivo pueden resultar ideales para la implementación de las CCM.

A pesar de la variación entre diferentes tipos de suelos, la abundancia de bacterias y materia orgánica pueden ser mucho más alto que en otros sistemas como el agua o aguas residuales. Con una serie de variaciones de concentraciones en el suelo y variación en tipo de suelos es posible estudiar las correlaciones entre el voltaje y el crecimiento de las plantas de una CCM (Schampelaire et al., 2008). Por otro lado, las raíces de las plantas forman un ambiente micro oxidante en la rizófora, que mediante el uso de micro electrodos incrustados en el suelo, puede verse respuesta en el crecimiento de las plantas, obteniendo una relación entre ambos, además la biomasa obtenida a partir de las raíces muertas y los residuos de brotes, se encuentran actualmente subutilizadas y se dejan para la descomposición naturalmente en los campos donde soportan abundantes actividades microbianas en el suelo, el uso de estos sustratos por CCM podría conformar una tecnología clasificada como CCM fotosintéticas (Rosenbaum et al., 2010). A pesar de lo anteriormente expuesto, cabe señalar que no hay información suficiente sobre los factores que afectan la generación de energía de las CCM que utilizan la materia orgánica del suelo como combustible y su interrelación con el crecimiento de la planta y la generación de voltaje dentro de la celda microbiana, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de los diferentes tipos de suelos mediante la variación de concentraciones y evaluando el crecimiento de la planta así, como la generación de voltaje de la celda para encontrar alguna relación entre el crecimiento y la generación de voltaje de la misma.

## Descripción del método

### *Preparación y selección del tipo de suelo*

Para la presente investigación se llevó a cabo la selección de cuatro tipos de suelos, llevando a cabo un muestreo en cuatro diferentes zonas dentro del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia. La primera muestra (M1) obtenida fue seleccionada de un suelo de composta de estiércol de vaca, el cual presentaba una textura fina con alto contenido en materia orgánica y un tono cafésoso (Limoso). La segunda muestra (M2) fue seleccionada de un terreno de cultivo que presentaba una textura arenosa y un color oscuro (Arenoso). La tercera muestra (M3) seleccionada se adquirió de un área de cultivo de maíz, el suelo presento un color gris y una textura fina parecida al barro, se tomó aproximadamente un kilo de suelo. Y se puso en una bolsa donde se etiquetó con sus datos correspondientes y se almacenó para su traslado al laboratorio (Arcilloso). Para la cuarta muestra (M4) se seleccionó un punto donde se presenta escurrimiento de lixiviado derivado del preparado del alimento para ganado que se encuentra en un estable dentro de la Institución. El suelo se presentaba rico en materia orgánica, una textura es muy suave y un color es cafésoso (De turba). En cada muestra se extrajo un kilo de suelo el cual se colocaron dentro de una bolsa de plástico para incorporarse dentro una hielera en su traslado inmediato al laboratorio de ciencias ambientales del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia.

Para la preparación de las muestras, todas las muestras fueron expuestas al sol para eliminar la humedad del agua, posteriormente se tamizaron para eliminar piedras o residuos mayores que puedan interferir. Cuando las muestras se observaron secas, éstas fueron introducidas a una mufla a una temperatura de 400-600°C durante una hora para eliminar la materia orgánica del suelo.

*Elaboración de las celdas de combustible microbiano con semilla de Jitomate.*

Para la elaboración de las celdas de combustible microbiano, primeramente se germinó una semilla de jitomates dentro de una charola de unisel con 16 orificios, colocando los cuatro tipos de suelos y considerando la adición de cuatro diferentes concentraciones de materia orgánica (10, 15, 25 y 50%, v/v), de acuerdo a lo mostrado en el Figura 1.



Figura 1: distribución de tipo de suelo y concentración de nutrientes.

En la Figura 2, se muestra la distribución de los componentes en la construcción de las CCM, donde se utilizó carbón activado incorporandolo dentro de las celdas una relación 50/50 entre el suelo y el carbón, ubicado entre la sección cátodica y el ánodica. En la parte superior de la celda, en cada uno de los orificios de la charola de germinación, se puso 2 g de capa de suelo, agregando posteriormente 2 g de carbón activado en polvo, añadiendo cobre entremedio del carbón con el proposito de funcionar como conductor incrustado en el ánodo. En medio de la celda se colocó 4 g de muestra de suelo que actúan como membrana entre el cátodo y el ánodo de la celda (en esta capa intermedia se colocan las semillas de tomate para que germinen), finalmente se colocó 2g de carbón activado en medio del nodo con la intención de favorecer el intercambio de oxígeno.

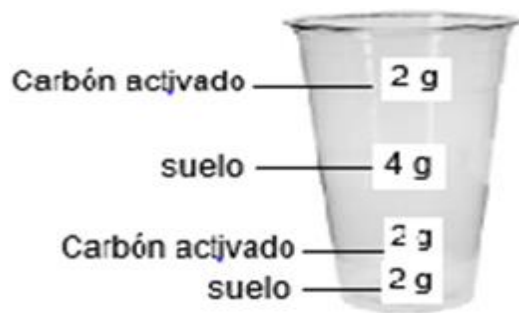


Figura 2: estructura de la celda

*Elaboración de las celdas de combustible microbiano con planta de Zarzamora:*

Se utilizó un recipiente de 0.0015 m<sup>3</sup> de volumen y 15 cm de longitud como contenedor estructural de una CCM y para el crecimiento de plantas de zarzamora, exponiendo la parte inferior sirviendo para drenar los lixivados del suelo. En este recipiente se colocaron las plantas de zarzamora obtenidas de zonas para cultivo en el estado de

Michoacán, y posteriormente se adicionaron 900 g de tierra de composta, colocando uno de los electrodos en la rizósfera de las plantas y el otro en la parte superficial del suelo.

Los electrodos fueron contruidos con grafito adheridos con cable de cobre, incorporados dentro de una esponja de textura porosa. Para la construcción de electrodos se utilizaron tres barras de grafito de 6 cm de largo por 3 cm de ancho. Cada barra de grafito fue perforada en la parte superior con una abertura de 1 cm, en esta abertura se introdujo un cable de cobre con el cual se unen las 3 barras de grafito dejando una parte del cable 10 cm libre para que esta tenga contacto en parte superior de la celda. Una vez unidos se integra en la parte interior de una esponja porosa para tener un mejor contacto los microorganismos con el electrodo. El segundo electrodo estuvo construido con el mismo procedimiento, a excepción de que se dejará una abertura de 3 cm para que la planta de zarzamora quede en la parte central de este. Se incorporarán en la celda 150 gr de suelo de composta en la parte inferior del recipiente transparente de 15 cm, posteriormente se colocan uno de los electrodos la parte superior de este se colocan 650 gr de suelo de composta al igual que la planta de zarzamora (esta última tratando de que este en la posición media de la celda). Se colocará el segundo electrodo con la abertura de 3 cm donde la planta de zarzamora atravesará por la parte media del electrodo, sobre este mismo se colocarán como parte final 100 gr de suelo de composta. Cada celda tiene una parte inferior de cable de cobre libre las cual los electrodos serán distribuidos en dirección contraria con respecto al otro.

Tanto las pruebas con semillas de jitomate como las pruebas con plantas de zarzamora fueron evaluadas por seis semanas tomando como referencia la generación de energía mediante la determinación del voltaje, caracterizando el sistema eléctrico mediante curvas de polarización y potencia.

### Comentarios Finales

*Primera fase de experimentación (Celdas de combustible microbiano con semilla de Jitomate):*

A partir de 8 días desde inicio de la siembra empezaron a nacer las semillas de jitomate, demostrando un crecimiento tardío en las muestras de suelo M1, M2 y M3, mientras que la M4 mostró un crecimiento más rápido para cualquiera de las cuatro concentraciones, presentando un crecimiento uniforme en todas las CCM. A los 15 días de siembra, no se mostró crecimiento de plantas en M1 (concentración de 15%) y M2 (concentraciones 25 y 50%). En la Figura 3, se muestra una afectación negativa en la generación de voltaje cuando se incrementa la concentración de la materia orgánica de las muestras de suelo M2, M3 y M4 en el tiempo en que se observa crecimiento de plantulas (15 días). De manera interesante, se observa una correlación positiva entre la generación de voltaje y las plantas con crecimiento, teniendo que voltajes bajos o nulos fueron observados para los ensayos con muestras de suelo donde no existió crecimiento de plantula de jitomate.

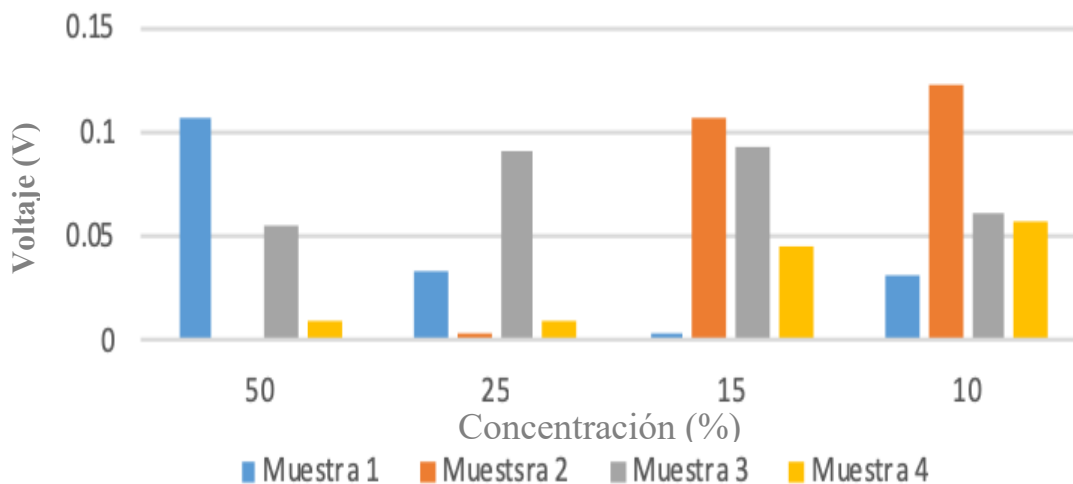


Figura 3: Voltaje (mv) por tipo de suelo y concentración de nutrientes.

*Segunda fase de experimentación (Celdas de combustible microbiano con planta de zarzamora):*

A diferencia de las CCM en los suelos con semillas de jitomate, las CCM con plantas de zarzamora no presentaron una fase inicial de retardo en la generación de energía, mostrando mediciones de voltaje desde el inicio de los experimentos. Lo anterior puede ser atribuido a que al colocarse los electrodos en la rizosfera de plantas ya formadas, la interrelación microorganismos – raíz de plantas ya existía, por lo que la transferencia de electrones producto del metabolismo era pre existente y que al contacto con el electrodo anódico se persiven voltajes desde el inicio de los experimentos.

En la Figura 4 se muestra el comportamiento en la generación de voltaje para las cuatro muestras de suelo que conforman las CCM con plantas de zarzamora, observándose una mayor generación de voltaje para la muestra 4 (400 mV en suelo de turba), seguida de la M2 (300 mV en suelo arenoso) durante el tiempo de duración del ensayo. Contrariamente las muestra M1 y M3, desarrollaron generación de voltaje por debajo de los 100 mV.

En la primera semana, las plantas de zarzamora en las muestras de suelo M2 y M4 mostraron una adaptación más rápida que las plantas de las muestras M1 y M3, observándose la aparición de hojas nuevas que indican un desarrollo favorable de las plantas. Durante la semana dos y tres, se mostró poco desarrollo para las plantas de las muestras M1 y M3, si embargo para las plantas de las muestra M2 y M4 pudo observarse crecimiento de tallo (hasta 3 cm para M2 y 3.3 cm para la M4 ) y raíz (0.3 cm para M2; y 0.5 cm para la M4) hasta el final de los ensayos demostrando una asociación entre el crecimiento de las plantas y la generación de voltaje.

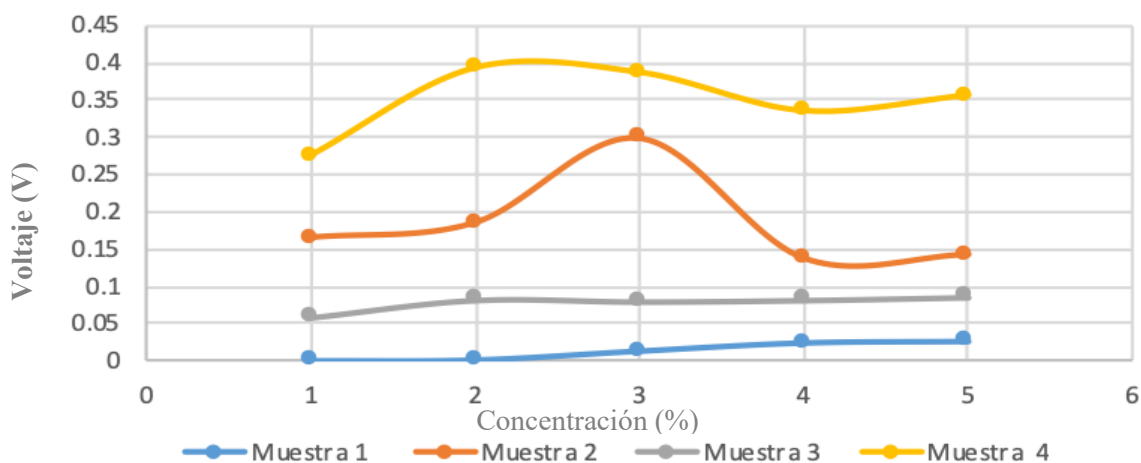


Figura 4: Seguimiento de Voltaje generado por tipo de suelo en las plantas de zarzamora.

*Caracterización eléctrica de las CCM para suelos con plantas de jitomate y plantas de zarzamora.*

Una forma de evaluar el desempeño del sistema de generación de energía es por medio de las curvas de polarización. Estas expresan el voltaje de celda y la densidad de potencia en función de la densidad de corriente (Heijne, 2010). Por otro lado, una curva de potencia describe la potencia (o la densidad de potencia) en función de la corriente (o de la densidad de corriente) y es calculada a partir de la curva de polarización (Logan, 2006). Estas curvas resultan realmente útiles para la determinación de la resistencia interna de una CCM, pues, el pico de la curva corresponderá al punto donde las resistencias interna y externa, son iguales (Ley de Jacobi; Teorema de la máxima transferencia; Heijne, 2010).

En la Figura 5 se observan tendencias positivas en la generación de potencia, corriente y voltaje cuando se colocan electrodos en la rizosfera de plantas y mediciones muy superiores de las mismas variables que cuando solo se colocan los electrodos en un suelo sin plantas, teniendo valores de potencia similares para las CCM con plantas de 490 mV para jitomate y 450 mV para zarzamora.

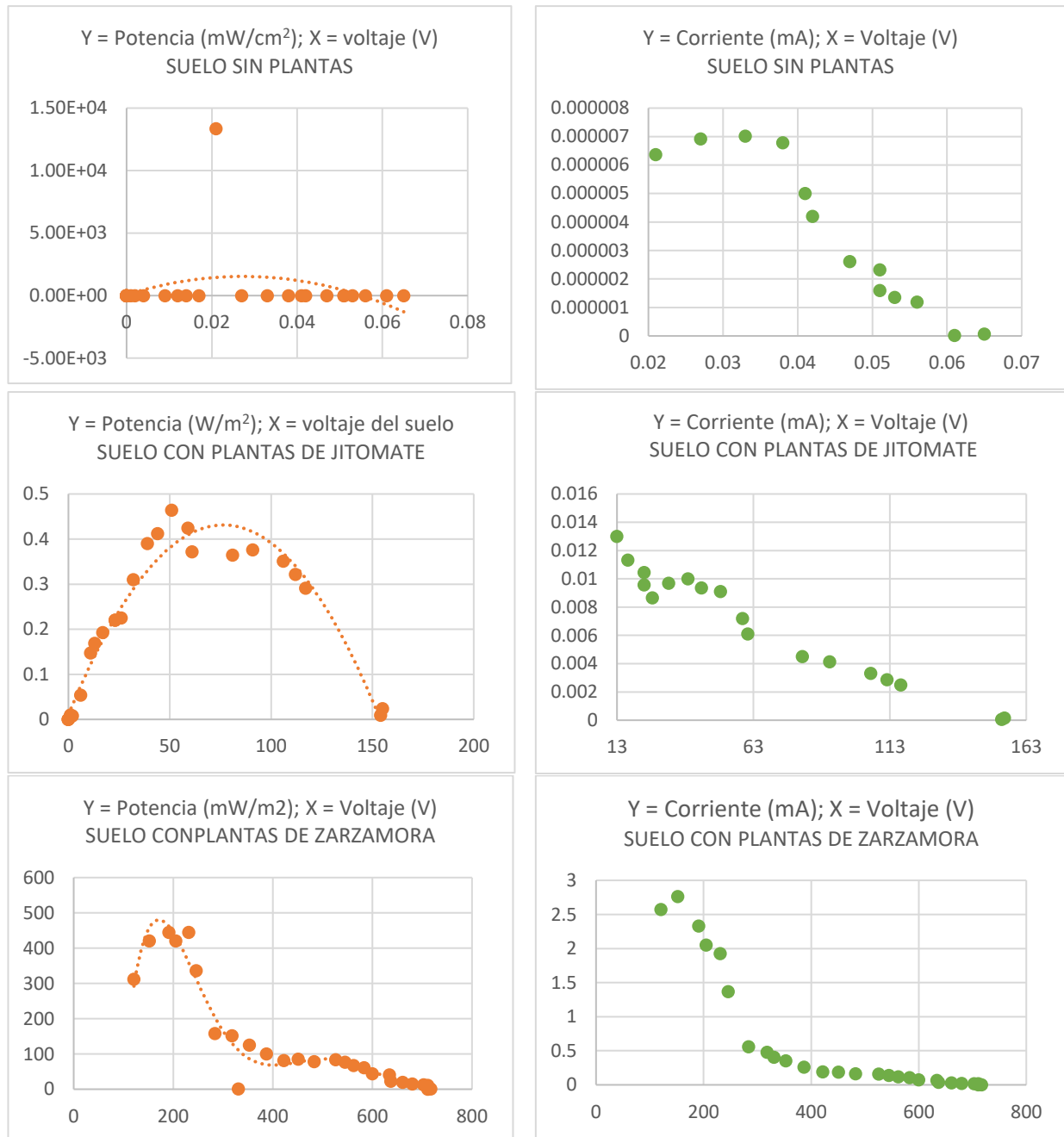


Figura 5. Curvas de polarización y potencia de las CCM con suelo sin plantas y con dos tipos de plantas: jitomate y zaramora.

NOTA: Se muestra el comportamiento eléctrico de la muestra de suelo M4 (De turba) a concentración de 10% de materia orgánica, siendo seleccionada por ser la muestra de suelo con mayor generación de energía y mayor crecimiento de plantas de zaramora y jitomate.



## **Conclusiones**

En general los resultados demostraron que el tipo de suelo genera una afectación correlacionada entre el crecimiento de las plantas y la generación de voltaje, teniendo que cuando las plantas se desarrollan en su crecimiento posibilitan la generación de mayor energía. De igual manera, de forma inesperada el incremento de la concentración de la materia orgánica disminuye el efecto de crecimiento de plantas y la generación de voltaje. Se concluye que las correlaciones descritas anteriormente, sugieren la posibilidad de uso de las CCM como sensores del crecimiento de plantas.

A través de la presente investigación, se demostró el potencial de las CCM que utilizan la materia orgánica de suelo para cultivo como combustible, para ser utilizadas como dispositivos de generación de energía y biosensores del crecimiento de las plantas.

## **Recomendaciones**

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación, podrían centrar su interés en nuevas estructuras de CCM aplicadas al suelo, además de caracterizar la generación de energía eléctrica en otros cultivos de interés, incluso en el desarrollo de CCM como biosensores del crecimiento de las plantas.

## **Agradecimiento**

Los autores agradecemos al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto mediante el cual fue posible realizar la presente investigación.

## **Referencias**

- Apocada., L. G. (2002). Inmunosensores: herramientas analíticas con un gran potencial de futuro. *Schironia* 1, 51-59.
- Bond, D. R., Holmes, D. E., Tender, L. M., Lovley, D. R. (2002). Electrode-reducing microorganisms that harvest energy from marine sediments. *Science*. 295: 483–48
- Cervantes, C. Biodegradación de Aguas Residuales y producción de Electricidad en una Celda de Combustible Microbiana. Mexico: Instituto de Ingenierías de la UNAM, 2011.
- Gonzales Sabroso, M.A. (2002) Remediación de Suelos Contaminados. Guía sobre suelos Contaminados, 2014.
- Guitian, U. A., Gonzalez, A. P. "Disponibilidad de macro y micronutrientes en un suelo de cultivo de mabegondo (A coruña)" Instituto Agronómico de Campinas, Barao de Itapura, Brasil.
- Gutiérrez, E. V., Gutiérrez C. Ma. Del Carmen, Ortiz S. C. (2015) "Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos" *Rev. Ciencias agrícolas, México*.
- Heijne A. (2010). Improving the cathode of a Microbial Fuel Cell for efficient electricity production. Doctoral Thesis, Wageningen University. Wageningen, Países Bajos. 161 p.
- Ishii, S., Shimoyama, T., Hotta, Y., Watanabe, K. (2008). Characterization of a filamentous biofilm community established in a cellulose-fed microbial fuel cell. *BMC Microbiol.* 8: 1–12
- Linos, C. L. (1962). Electrode systems for continuous monitoring in cardiovascular surgery.
- Logan B. E., Hamelers B., Rozendal R., Schröder U., Keller J., Freguia S., y Rabey K. 2006. Microbial Fuel Cells: Methodology and Technology. *Environmental Science and Technology Journal*, Vol. 40, No. 17.
- Marquez, M. T. (2017). Desarrollo de Biosensores para el Control de Parametros Bioquimicos. Granada: Universidad de Granada , Departamento de Química Analítica.
- Parot, S., Délia, M. L., Bergel, A. (2008). Forming electrochemically active biofilms from garden compost under chronoamperometry. *Bioresource Technol.* 99: 4809–4816.
- Rodriguez, B. E. (2009). Biosensores en la industria . Estados Unidos de America .
- Tafu, M. L. (2016). Estado del Arte de CCM para producción de Bioenergía. BOGOTA D.C.
- Tender, L.M. (2008). The first demonstration of a microbial fuel as a viable power supply: powering. *Journal power sources*.
- Zhang, G., Zhao, Q., Jiao, Y., Wang, K., Lee, D. J., Ren, N. (2012). Efficient electricity generation from sewage sludge using biocathode microbial fuel cell. *Water Res.* 46: 43–52

# INFLUENCIA DE LA LONGITUD DEL LECHO FILTRANTE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE CÁMARAS ANÓDICAS BIOELECTRÓGENICAS COMO BIOSENSORES DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DEL AGUA RESIDUAL

José Diego Bárcenas Torres<sup>1</sup>, Martha Atziri Guerrero Caro<sup>2</sup>, Mayra Ruiz Nuñez<sup>3</sup>, Guillermo Andrade Espinosa<sup>4</sup>

**Resumen**– Tres Cámaras Anódicas Bioelectrogénicas (CABe<sup>-</sup>) de diferente longitud de lecho filtrante (2.5, 5 y 10 cm) fueron sumergidas en el tratamiento biológico de un agua residual saturada con oxígeno, para evaluar la generación de potencia y la influencia de la longitud del lecho en la determinación de diferentes concentraciones de materia orgánica. Todos los experimentos demostraron tener una correlación directa entre el voltaje, la corriente y las mediciones de la materia orgánica a concentraciones entre 15 y 350 mg DQO/l. El tiempo de detección ( $t_d$ ), la generación de voltaje (V), la resistencia interna ( $R_i$ ) y la potencia volumétrica ( $P_v$ ) muestra una influencia positiva al aumentar la longitud del lecho, obteniendo los mejores resultados a los 10 cm ( $t_d = 0.25$  h;  $V = 604$  mV;  $R_i = 667 \Omega$ ; y  $P_v = 0.032$  mW/m<sup>3</sup>) Sin embargo, los mismos parámetros decrecientan cuando los valores de oxígeno disuelto en el interior de la CABe<sup>-</sup> son mayores a los 2 mg de O<sub>2</sub>/l. Las CABe<sup>-</sup> emiten señales eléctricas de voltaje y corriente sensibles a cambios en la concentración de materia orgánica del medio donde se encuentren sumergidas, haciendo posible su uso como biosensores.

**Palabras claves**– cámara anódica bioelectrogénica, Bacillus subtilis, biosensores, DBO.

## Introducción

La determinación de los parámetros de la calidad de agua y agua residual tratada son requerimientos normativos e importantes para asegurar la salud humana y de los organismos que habitan en los ambientes acuáticos, sin embargo la determinación de estos parámetros llega a ser muy lenta y costosa por los requerimientos de cada ensayo (Saavedra Salas, 2012). Actualmente números grupos de investigación enfocan sus esfuerzos en la búsqueda e implementación de nuevas tecnologías que contribuyan a reducir los costos por la determinación de la concentración de materia orgánica del agua residual y potable.

Las Celdas de Combustible Microbiano (CCM) denominadas biopilas o biobaterías son tecnologías diseñadas para aprovechar la energía contenida en los residuos orgánicos utilizando microorganismos electrógenos (Liviano, 2012). En las CCM, microorganismos soportados en electrodos anódicos reducen la materia orgánica, mientras que producto del metabolismo se generan electrones proporcionalmente a la cantidad de la materia orgánica existente. Estos electrones son transferidos por un material conductor hasta una cámara catódica oxidante generando una corriente eléctrica, emitiendo señales de voltaje, corriente y potencia que pueden ser observadas a través de una computadora (Sun et al., 2015). Una de las aplicaciones más prometedoras de las CCM es su uso potencial como biosensores, siendo desarrollados con el objetivo de ser métodos analíticos cuantitativos o semi cuantitativos para detectar determinados analitos o compuestos específicos, pero con características como una alta sensibilidad, selectividad, confiabilidad, un tiempo de vida extenso, con bajos costos de producción, operación, mantenimiento y el tiempo de análisis es real o muy corto posibilitando una actuación rápida y controlando parámetros importantes de manera inmediata y automática (Castro y otros, 2007).

<sup>1</sup> M.C. José Diego Bárcenas Torres es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán, México. [jose.bt@vmorelia.tecnm.mx](mailto:jose.bt@vmorelia.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Martha Atziri Guerrero Caro es estudiante en el Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia Michoacán México. [ma\\_gc7296@hotmail.com](mailto:ma_gc7296@hotmail.com)

<sup>3</sup> Mayra Ruiz Nuñez es estudiante en el tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia Michoacán México. [mayraruiznunez@hotmail.com](mailto:mayraruiznunez@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Guillermo Andrade Espinosa es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia Michoacán México. [guillermo.ae@vmorelia.tecnm.mx](mailto:guillermo.ae@vmorelia.tecnm.mx)

Una de las alternativas más innovadoras de las CCM son las Cámaras Anódicas Bioelectrogénicas (CABe<sup>-</sup>) que surgen como dispositivos modificados de las CCM convencionales (Bárceñas-Torres et al., 2018). Las CABe<sup>-</sup> son pequeñas CCM de una sola cámara que pueden ser introducidos en sistemas reales de tratamiento de aguas residuales teniendo una generación estable de energía eléctrica con una variación sensible del voltaje y corriente debida a las fluctuaciones en la concentración de la materia orgánica del medio de tratamiento, lo que permite el uso potencial de las CABe<sup>-</sup> como biosensores de la materia orgánica y generadores de energía eléctrica. Las CABe<sup>-</sup> poseen un lecho filtrante que permite el flujo de la materia orgánica disuelta hasta los microorganismos electrogénicos, al mismo tiempo que sirve como una barrera contra el oxígeno presente. Una distancia prolongada de la longitud del lecho podría proveer mayor estabilidad en la generación de energía, mientras que una longitud reducida podría permitir una mayor rapidez en la detección de señales eléctricas a tiempo real, por lo que resulta importante conocer la influencia de la transferencia de la materia y la longitud del lecho en la generación de energía y la detección de señales eléctricas voltaje y corriente.

### Descripción del método

#### *Diseño y construcción de las cámaras anódicas bioelectrogénicas*

Tres CABe<sup>-</sup> fueron inicialmente construidas siguiendo los procedimientos establecidos por Bárceñas-Torres et al. (2018). La Figura 1 muestran las secciones que componen una CABe<sup>-</sup>, a saber: i) un filtro de retención microbiana cilíndrico (FRM) empacado con carbón activado, carbón activado con plata y zeolita, separado de la cámara anódica por una membrana de ultrafiltración (tamaño de poro 0.8 μm); ii) una sección anódica de reacción biológica cilíndrica con capacidad de 250 ml cargada de microorganismos electrogénicos *Bacillus subtilis* y de agua residual sintética, separada del medio externo por una membrana de intercambio de cationes (Nafion NR112) como un separador, al interior un electrodo ánodo; y iii) una sección catódica que contiene un electrodo cátodo expuesta a un tanque de aireación con agua como receptor de protones y electrones.

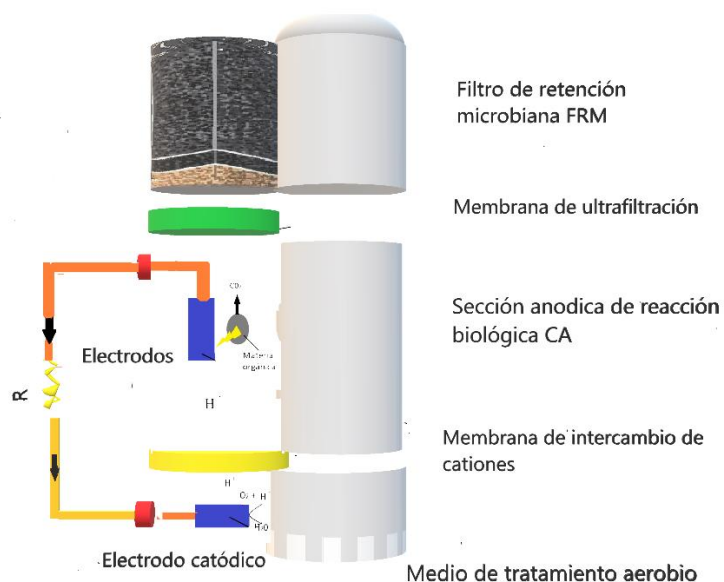


Figura 1. Componentes de la Cámara Anódica Bioelectrogénica CABe<sup>-</sup>.

Para la primer cámara (CABe<sup>-1</sup>) se conservaron 10 cm de la longitud del lecho de carbón activado, mientras que para la segunda (CABe<sup>-2</sup>) y tercer cámara (CABe<sup>-3</sup>) se redujo a 5 y 2.5 cm de la longitud inicial.

#### *Modelo experimental*

Las tres CABe<sup>-</sup> con diferentes longitudes de lecho filtrante fueron sumergidas al mismo tiempo en el interior del tanque de aireación de una planta de tratamiento de lodos activados a escala laboratorio bajo un regimen de

operación en continuo. La cámara de aireación de 40 litros de volumen fue aireada con aire manteniendo la saturación del oxígeno en el medio de tratamiento.

Las CABe<sup>-</sup> fueron mantenidas en operación hasta observar condiciones estables de voltaje a circuito abierto y posteriormente caracterizadas por curvas de polarización y potencia mediante barridos de resistencias entre 2.5 MΩ - 33 Ω, determinando en cada curva la mínima resistencia interna y la máxima generación de potencia.

Una vez caracterizadas electricamente las CABe<sup>-</sup>, se realizaron incrementos cada 5 días en la concentración de la materia orgánica del agua residual (medio de tratamiento), ajustando las concentraciones de acetato de sodio en 0, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150 y 350 mg DQO/L. En este ensayo, el sistema eléctrico de cada CABe<sup>-</sup> se mantuvo en circuito abierto, manteniendo las mediciones de voltaje y oxígeno disuelto.

### Agua residual

El agua residual utilizada en las etapas de experimentación fue sintetizada y ajustada con acetato de sodio a 12 diferentes concentraciones de materia orgánica (0 - 350 mg DQO/L) y una composición química de nitrógeno total (73 mg/L, NKT); fósforo total (26 mg/L, Pt); y grasas y aceites (5 mg/L, GyA).

### Sistema de medición, instrumentación y control, DAQ

La medición de la concentración de la materia orgánica fue realizada mediante la técnica colorimétrica de la Demanda Química de Oxígeno a reflujo cerrado (NMX-AA-030/2-SCFI-2011), mientras que la medición de voltaje (V), corriente (I) y oxígeno disuelto (OD) así como el control de la aireación se realizó por medio de un sistema de instrumentación y control (DAQ; presentado en la Figura 2), el cual integra sensores de monitoreo y un sistema de adquisición de datos basado en un micro-controlador de bajo consumo de energía (MSP430 de Texas Instrument) que recopila la información mediante el módulo de ADC y la almacena en una memoria FLASH. Dicha información se envía a un computador mediante comunicación serial RS-232 a un programa implementado en Embarcadero Technologies, que se encarga de la visualización tanto gráfica como tabular.

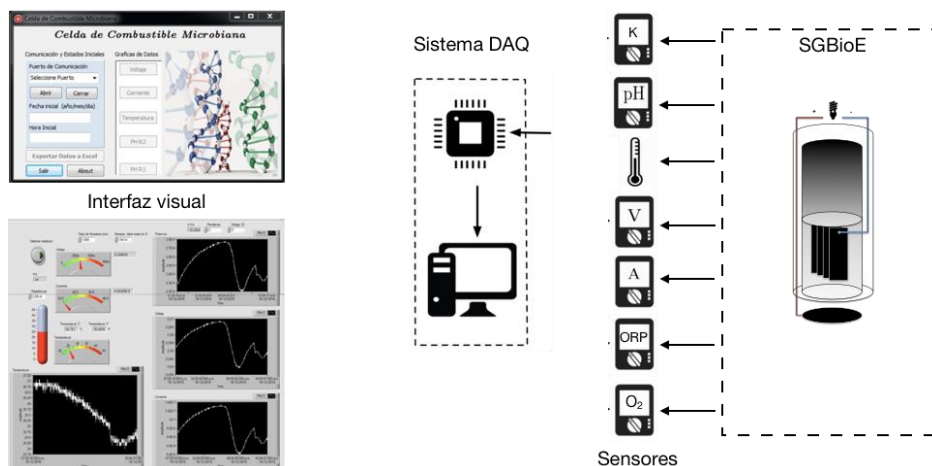


Figura 2. Sistema de instrumentación y control.

### Comentarios Finales

Como puede observarse en la Figura 3, al incrementar la longitud del lecho filtrante en las CABe- es posible incrementar la potencia máxima del sistema eléctrico (> 1 mW/m<sup>3</sup>), permitiendo así generar mayor cantidad energía

a una misma concentración de materia orgánica. Además, se observó que la CABE- 1, demuestra tener el menor desempeño energético con tan solo  $0.03 \text{ mW/m}^3$  como máxima de potencia. Lo anterior resulta consistente con los datos obtenidos de las resistencia interna a partir de las curvas polarización, que muestran una mayor resistencia interna para la CABE- 1 de menor longitud de lecho (2.5cm;  $5.6 \text{ M}\Omega$ ), mientras que para las CABE- restantes no existió diferencia significativa en los valores determinados (5 cm,  $667 \Omega$ ; 10 cm,  $820 \Omega$ ). Lo anterior sugiere, que a pesar que el lecho filtrante forma parte de un elemento que crea resistencia al flujo de electrones, de manera general disminuye la resistencia creada por otros factores resueltos de forma estructural. Bárcenas-Torres et al. (2018), sugieren que la composición microbiana a lo largo de un lecho filtrante de una Cámara Anódica Electrogénica crea una interrelación entre los componentes químicos que fluyen a lo largo del filtro y su estado de óxido-reducción, sugiriendo que al reducir la longitud de lecho filtrante filtro, reduce la posibilidad de la interacción entre componentes, disminuyendo la capacidad de la reducción química, incrementando al resistencia interna y reduciendo la generación de energía.

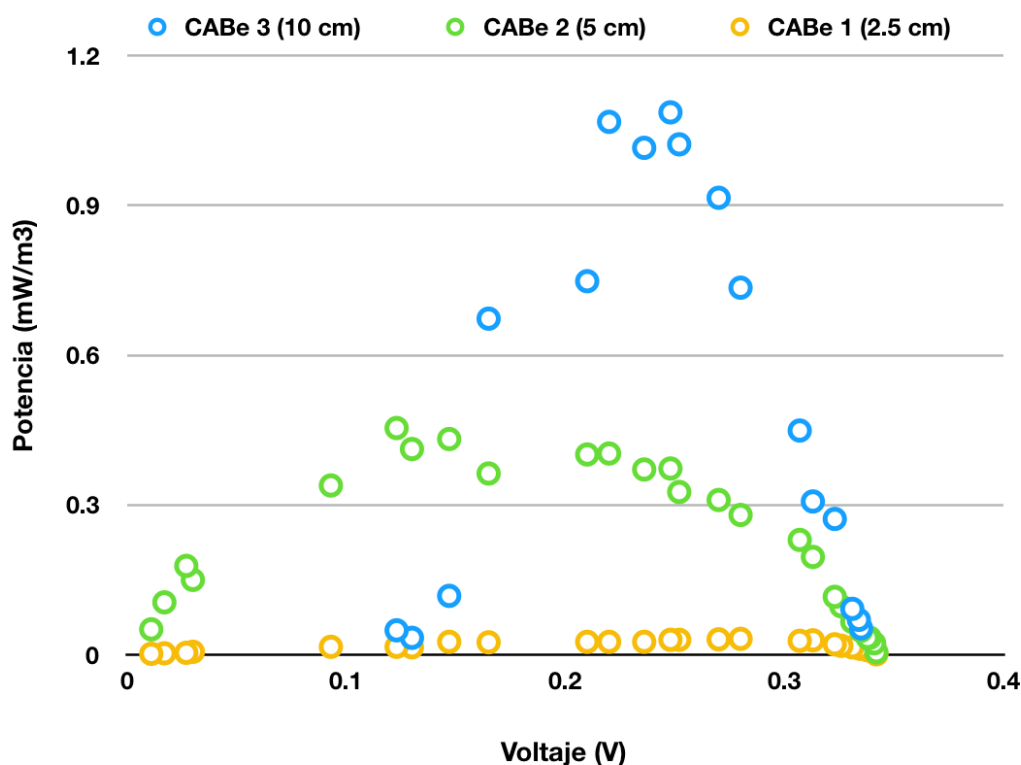


Figura 3. Máxima generación de potencia en las CABE-.

En las Figuras 4A, 4B y 4C, se muestra el voltaje obtenido en las CABE- como respuesta por el incremento de la materia orgánica. Como puede observarse en la Figura 4A, la CABE-1 con longitud del filtro de 2.5 cm no presenta cambios significativos en el voltaje a pesar de existir cambio en la materia orgánica hasta de  $100 \text{ mg/L}$ , por lo que no es posible correlacionar ambas variables. Al comparar los valores del oxígeno disuelto al interior y exterior de la CABE-1, se observaron valores similares ( $9 \pm 1.2 \text{ mg de O}_2/\text{l}$ ;  $\approx 10^\circ\text{C}$ ), lo que indica una alta difusión del oxígeno a través del lecho filtrante. En la Figura 4B, puede observarse como a pesar de la alta repetitividad y baja variación en las mediciones de voltaje durante los 5 días de cada ensayo, los incrementos de voltaje solo muestran correlación con los incrementos de la materia orgánica entre  $30 - 80 \text{ mg/l}$ , sin presentar variaciones significativos para las siguientes concentraciones. Por otro lado, el comportamiento de la CABE- 3 con mayor longitud de lecho es representado en la Figura 4C, mostrando tendencia entre la variación de voltaje y el incremento de la materia orgánica en todas las concentraciones evaluadas ( $15 - 350 \text{ mg/L}$ ), mostrando un mayor voltaje y mayor generación de potencia a la máxima concentración de  $350 \text{ mg/L}$ .

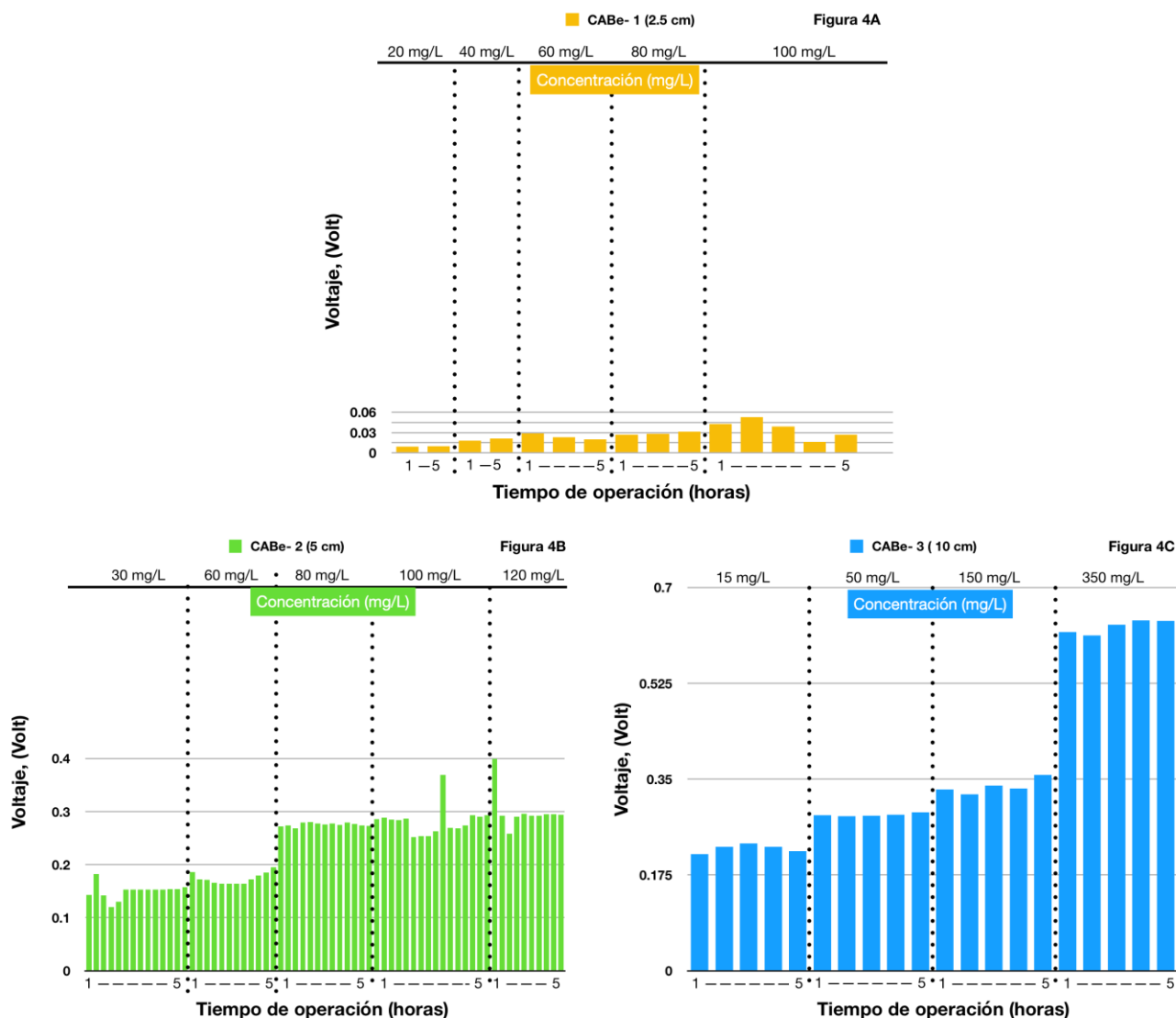


Figura 4. Variación del voltaje y correlación con el incremento de la materia orgánica en las CABe-. 4A – CABe- con 2.5 cm de lecho. 4B – CABe- con 5 cm de lecho. 4C – CABe- con 10 cm de lecho.

En la Figura 5 se muestra la correlación de entre el voltaje promedio medido en condiciones estables y la concentración de la materia orgánica para los lechos de la CABe- 2 (5 cm) y CABe- 3 (10 cm), demostrando que la relación concentración de materia orgánica-voltaje (C/V) puede ser correlacionado en un ajuste lineal para lechos de 5 cm con un coeficiente de determinación  $R^2$  mayor a 0.98 para CABe- 2 (5 cm), mientras que para lechos de 10 cm puede determinarse un ajuste polinomial con un coeficiente de determinación  $R^2$  mayor a 0.99. Demostrando la calidad de ambos modelos para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse a través de los modelos matemáticos obtenidos a partir de las curvas de correlación concentración/voltaje.



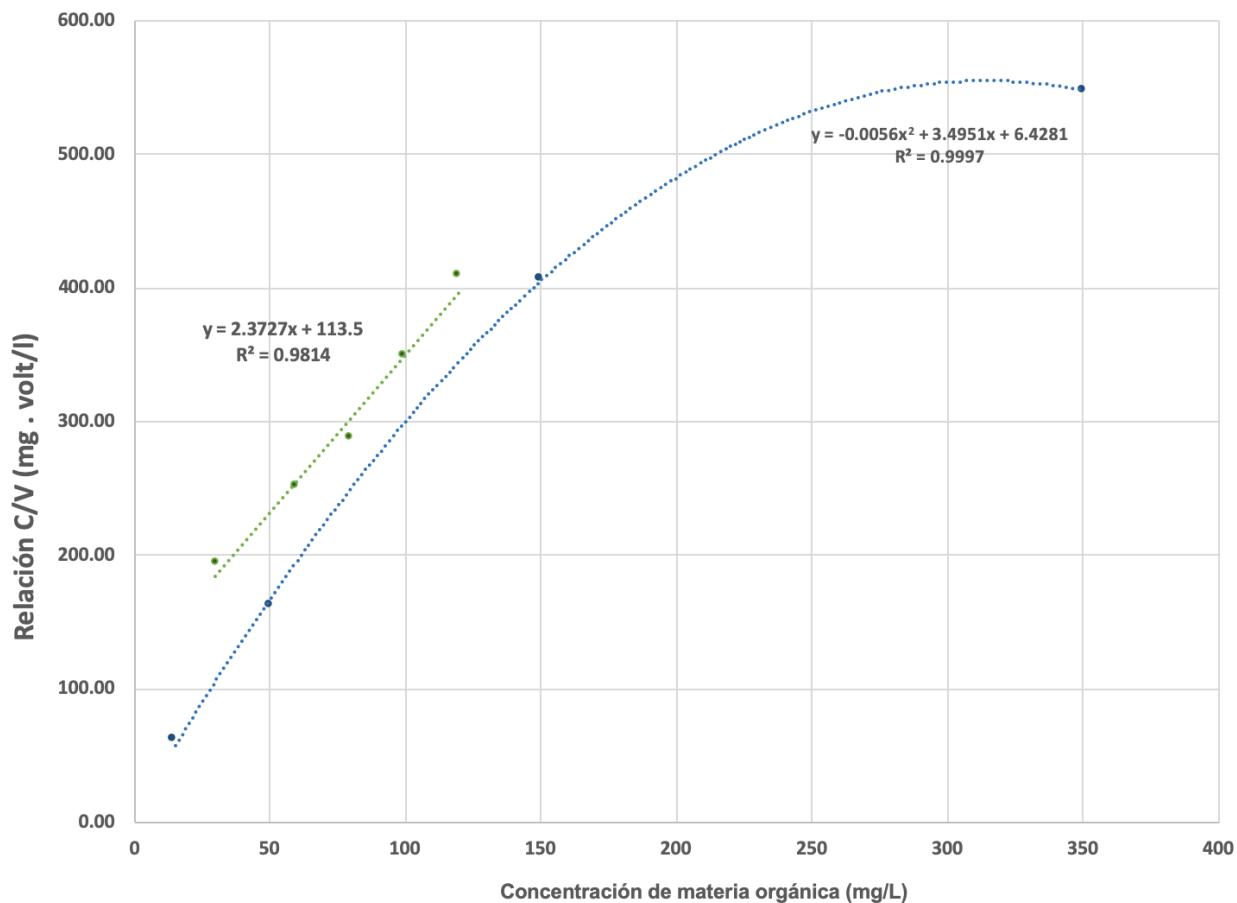


Figura 5. Correlación entre el voltaje y la concentración de la materia orgánica para distintas longitudes de lecho en las CABe-.

Para CABe- (5 cm), la ecuación resultante es:

$$C/V = 2.3727 C + 113.5 \quad \text{Ec. 1}$$

y para CABe- (10 cm), la ecuación resultante es:

$$C/V = -0.0056 C^2 + 3.4951 C + 6.4281 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

C = Concentración de la materia orgánica.

C/V = Coeficiente de correlación concentración/voltaje, que simboliza el grado de variación debido al incremento de la concentración (C).

Por lo anterior, se evidencia la diferencia de los comportamientos de las CABe- por influencia de la longitud del lecho, así como la afectación resultante a diferentes concentraciones de materia orgánica.

### Conclusiones

Los resultados demuestran que a pesar del potencial de las CABe- para ser usadas como biosensores de la materia orgánica, la longitud del lecho resulta un factor de importancia tanto para la generación de potencia como para la correlación concentración/voltaje, teniendo que a mayor longitud de lecho es posible obtener mayor potencia,

menor resistencia interna y mejor estabilidad en la correlación concentración de materia orgánica/voltaje generado en tiempos de respuesta similares.

De igual manera, los resultados demuestran que la disminución en la longitud de lecho filtrante de una CABe-, no crea inestabilidad en la generación de potencia ni en la medición de voltaje, sin embargo, puede influir en la máxima potencia generada en el sistema debido a los incrementos en la resistencia interna ocasionados a su vez por el flujo del oxígeno disuelto desde el exterior hasta el interior de la CABe-.

Se concluye que las cámaras anódicas bioelectrogénicas pueden usarse como biosensores de la materia orgánica y generadores de energía eléctrica simultáneamente, siendo sensibles a los incrementos de la materia orgánica de un tanque de aireación para el tratamiento del agua residual, detectando las variaciones a tiempo real.

### **Recomendaciones**

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación, podrían centrar su interés en la caracterización de nuevos biosensores con el fin de determinar otros parámetros que puedan afectar los rendimientos de energía y la sensibilidad en la detección de voltaje y corriente.

### **Agradecimiento**

Los autores agradecemos al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto mediante el cual fue posible realizar la presente investigación.

### **Referencias**

- Xiao, Y., Araujo, C., Sze, C. C., & Stuckey, D. C. (2015). Toxicity measurement in biological wastewater treatment processes. *Journal of Hazardous Materials*, 15-29.
- Sun, J.-Z., Kingori, G. P., Si, R.-W., Zhai, D.-D., Liao, Z.-H., Sun, D.-Z., . . . Yong, Y.-C. (2015). Microbial fuel cell-based biosensors for environmental monitoring: a review. *Water Science & Technology*, 801-808.
- Bárceñas Torres, J. D., Andrade Espinosa, G., Romero García, E.R., Sánchez Ortíz, O. A., Chávez Campos, G. M. (2018). Generación estable de energía y disminución de la resistencia interna usando una cámara anódica bioelectrogénica durante el tratamiento de aguas residuales. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Morelia 2018*, ISSN 1946-5351, Vol. 10, No. 3.
- Bernhard, K., Stahl, C., Martens, R., Köhler, H. R., Triebkorn, R., Scheurer, M., Frey, M. (2017). Two novel real time cell-based assays quantify beta-blocker and NSAID specific effects in effluents of municipal wastewater treatment plants. 74-83.
- Saavedra Salas, I. M. (2012). Diseño de una celda de combustible microbiológica con uso de bacterias oxidantes de azufre y hierro (tesis de pregrado). *Universidad de Chile, Santiago de Chile*.
- Liviano García, S. (2012). Pilas de combustible, electricidad para el futuro inmediato. *Técnica Industrial*, 54-62.
- Castro Ortíz, L. P., Luna Pabello, V. M., & Villalobos Pietrini, R. (35-35). Estado del arte y perspectivas del uso de biosensores ambientales en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 2007.

## Percepción del paciente de los beneficios de la acupuntura

ME Ma. Guadalupe Barragán López<sup>1</sup>, Dra. Josefina Valenzuela Gandarilla<sup>2</sup>,  
ME María Guadalupe Ortíz Herrera<sup>3</sup> y Dra. Ma. Martha Marín Laredo<sup>4</sup>

**Resumen**—La práctica de la medicina acupuntural está sujeta al reconocimiento de la medicina alópata a fin de verificar su valor terapéutico-fisiológico sin tomar en cuenta, como ocurre en otros lugares del mundo, su componente psico-social y de eficacia simbólica entre otras características que la componen. Material y métodos Se realizó un estudio cualitativo, se entrevistaron 33 personas a quienes se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas, entre ellas ¿Usted ha recibido tratamiento con Acupuntura?, ¿Por qué los pacientes buscan estos tipos de tratamiento? Se realizó una entrevista a usuarios de la Clínica de Acupuntura del Instituto Politécnico Nacional. Se utilizó el programa Atlas Ti, para la clasificación de códigos, meta y mega códigos. Resultados. Las personas perciben que la Acupuntura beneficia en el tratamiento del dolor, disminución del estrés. Conclusión. La acupuntura tiene un efecto positivo en disminución del dolor, del estrés, la ansiedad, disminuye contracturas y espasmos.

**Palabras clave.**- Psicosocial. Fisiológico. Alópata. Dolor.

La práctica de la medicina acupuntural está sujeta al reconocimiento de la medicina alópata a fin de verificar su valor terapéutico-fisiológico sin tomar en cuenta, como ocurre en otros lugares del mundo, su componente psico-social y de eficacia simbólica entre otras características que la componen. La Acupuntura forma parte de la medicina tradicional china, siendo una técnica milenaria, en la cual se requiere la inserción de agujas estériles en sitios llamados puntos energéticos, localizados en el cuerpo humano. Los puntos energéticos son alrededor de 365, distribuidos en catorce líneas o canales energéticos, que se relacionan con órganos y vísceras. Los canales energéticos están relacionados con órganos y vísceras, como son canal de hígado – vesícula biliar, corazón – intestino delgado, bazo – páncreas con estómago, entre otros. Al realizar un diagnóstico sindromático, se propone un plan de tratamiento acorde a los canales energéticos relacionados con el síndrome. Se valora si el padecimiento es agudo o crónico, interno o externo, ying o yang, deficiencia o exceso. En base a estos datos se estructura la inserción de agujas estériles en los puntos energéticos. Para el tratamiento se requieren varias sesiones, mismas en las que se valora el microsistema de lengua y pulso para evaluar la evolución del padecimiento con el plan de tratamiento aplicado. El objetivo del estudio fue determinar la percepción de los beneficios de la acupuntura en las personas que acudieran a la Clínica de Acupuntura del Instituto Politécnico Nacional, Campus Morelia, Michoacán.

A partir de la declaración de Alma Ata 1978 donde se comenta la actuación de las medicinas tradicionales en el cuidado de la salud en atención primaria, la Organización Mundial de Salud (OMS) empezó a prestar atención a la medicina tradicional. (Robayo, 2011) Después de 3 décadas en la asamblea de Génova en el 2006 los 196 países fueron impulsados a promover la integración de la medicina tradicional. La Acupuntura forma parte de la medicina tradicional china, siendo una técnica milenaria, en la cual se requiere la inserción de agujas estériles en sitios llamados puntos energéticos, localizados en el cuerpo humano. El mecanismo de acción de la acupuntura el estímulo acupuntural activa fibras nerviosas aferentes, su señal viaja hasta la medula espinal y desde allí al sistema nervioso central, donde interviene en la síntesis y función de abundantes neuromoduladores, provocando la plasticidad celular en diferentes regiones neuronales. Es conocido y aceptado que la acupuntura genera la liberación de neurotransmisores que disminuyen el dolor como las endorfinas tipo beta, estos péptidos también modulan la respuesta inmune. (Manni,

<sup>1</sup> La ME Ma. Guadalupe Barragán López es Profesora de asignatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. [acuyogal27@gmail.com](mailto:acuyogal27@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Josefina Valenzuela Gandarilla es Profesora e Investigadora en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México [josefina\\_vgandarilla@yahoo.com.mx](mailto:josefina_vgandarilla@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La ME María Guadalupe Ortíz Herrera es profesora de Asignatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. [guadalupeoh\\_66@hotmail.com](mailto:guadalupeoh_66@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. Ma. Martha Marín Laredo es Profesora e Investigadora de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán México. [marthita\\_marín@yahoo.com.mx](mailto:marthita_marín@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup> La ME Azucena Lizalde Hernández es Profesora e Investigadora de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México. [lizaldehernandez@yahoo.com.mx](mailto:lizaldehernandez@yahoo.com.mx)

<sup>6</sup> La ME Cirila Dinás Palacios es Profesora e asignatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. [ciri\\_2783@hotmail.com](mailto:ciri_2783@hotmail.com)

<sup>7</sup> La MF Aida Mejía Sánchez es profesora e asignatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México. [aidamsa@hotmail.com](mailto:aidamsa@hotmail.com)

2010), en estudios de imágenes diagnósticas en animales y humanos han mostrado que la acupuntura activa el hipotálamo, centro primario de modulación inmunoendocrina, así como las funciones del sistema nervioso autónomo (SK, 2010)

También se ha sugerido que los puntos de acupuntura presentan mayor número de estructuras capilares, terminaciones nerviosas simpáticas, papilas térmicas y receptores así como potencial eléctrico diferente con respecto a los puntos de la piel ordinaria (Cabioglu, 2008).

La percepción hace alusión a las impresiones que puede percibir un individuo de un objeto a través de los sentidos (vista, olfato, tacto, auditivo y gusto), de tal manera que, la acupuntura relaciona emociones con los diferentes órganos. El planteamiento ecologista de Gibson defiende que la teoría de que la percepción es un proceso simple; en el estilo esta información, sin necesidad de procesamientos mentales internos posteriores. Dicho planteamiento parte del supuesto de que en las leyes naturales subyacentes en cada organismo están las claves intelectuales de la percepción como mecanismo de supervivencia, por lo tanto, el organismo solo percibe aquello que puede aprender y le es necesario para sobrevivir (Gibson, 1979), la teoría cognitiva de Neisser se ocupa de los procesos a través de los cuales el individuo obtiene conocimiento del mundo y toma conciencia de su entorno, así como del resultado (Neisser, 2007), para Piaget el individuo va organizando su experiencia y conocimiento en esquemas cognitivos que a través de los procesos fundamentales (asimilación y acomodación) se va modificando.

De tal manera que la acupuntura con su relación con las emociones con órganos internos tiene efectos orgánicos y emocionales en los pacientes tratados con dicha técnica.

**Material y métodos** Se realizó un estudio cualitativo, se entrevistaron 22 personas a quienes se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas, entre ellas ¿Usted ha recibido tratamiento con Acupuntura?, ¿Por qué los pacientes buscan estos tipos de tratamiento? ¿Ha utilizado otro tipo de tratamiento? Se realizó una entrevista a usuarios de la Clínica de Acupuntura del Instituto Politécnico Nacional, campus Morelia. Se explicó al paciente el objetivo del estudio y se solicitó la firma del consentimiento informado, explicando que no se utilizaría su nombre, y que los resultados se tratarían con carácter confidencial. Una vez que aceptó se pidió la autorización para grabar las respuestas a las preguntas que contiene el cuestionario. En todo momento, se cuidó no inducir las respuestas. Para la grabación se utilizó una grabadora digital, lapicero, hojas de papel y un espacio para mantener la confidencialidad del entrevistado. Se utilizó el programa Atlas Ti, para la clasificación de códigos, meta y mega códigos.

**Resultados.** Se entrevistaron un 72.7% (16) mujeres y el 27.3% (6) hombres, con un promedio de edad de 42 años. Al cuestionar a una de las entrevistadas sobre ¿cuáles son sus expectativas, que piensas que va a ocurrir? “Tengo mucha fe en que me va a ayudar, sobre todo me gusta mucho este método que no voy a tomarme nada, que no voy andar toda medicada toda el día y sintiéndome así como toda drogada por todo lo que me daban antes, este considero yo que este método es muy natural y pues tengo mucha fe en que me ayude, si en cierto momento no me hiciera mucho bien pues yo sé que no me va a hacer mal tampoco. Las personas perciben que la Acupuntura beneficia en el tratamiento del dolor, disminución del estrés. A esta misma pregunta, el entrevistado dos respondió “mm, yo creo que es una parte de un 90%, el pensar que no va a estar uno ingiriendo cuestiones químicas, quizás sigo tomando mi horario con la de evitar tanto medicamento, tanta cuestión de (hace una pausa prolongada y se queda pensativo)... químicos y que directamente la acupuntura va hacia el problema no?”

El entrevistado tres respondió “equilibrar la energía, que es también lo que nos causa a veces algunos desequilibrios, o agresiones, o nos causa alguna enfermedad, aparte de que como dijo mi esposa muchos cambios en la alimentación en la nutrición, y las situaciones que nosotros vivimos día con día, entonces la cuestión emocional yo la considero también muy importante, el estrés del trabajo, problemas, las situaciones a veces del, pues, presiones a veces inclusive económicas en donde uno está limitado a ciertas cosas y a veces hay necesidad de adquirir eso, y pues uno como responsable a veces, tiene uno la tensión las preocupaciones de cómo resolverlo y de cómo ir controlando el gasto de manera que alcance para todo y que inclusive tratar de tener un ahorrito para cualquier emergencia y es algo que nunca puede faltar y si nos agarra desprevenidos pues creamos problemas entonces esa ha sido la situación básicamente de ver y venir y yo en lo personal trato de ser, buena en todas las situaciones de la vida aunque a veces tiene uno presiones, ver la manera positiva, dicen que el cerebro es una de las cosas más maravillosas que tenemos los seres humanos pero tiene esa enorme limitante, de que podemos pensar miles de pensamientos pero todos en cadenita relacionado, pero nunca podemos pensar 2 cosas al mismo tiempo, entonces las situaciones negativas tratar de sustituirlas por cuestiones positivas. O cambiar para verse despreocupado porque yo siento que eso nos daña, y tratar de eliminar todas esas situaciones por otros, pensamientos positivos, este, cuando uno se dedica al trabajo, las cargas de trabajo, al trabajo de tiempo completo en mente, pues se distrae uno, y hasta se disfruta el trabajo, y eso nos invita a tener pensamientos o preocupación negativas, finalmente nos estresa, nos tensa no? Que ante la situación actual sobre la economía y todo eso, pues a veces son inevitables pero tratar de sobrellevarlo de la mejor manera no? Y disfrutar la vida como dice mi esposa lo más que se pueda en todo momento”

La entrevistada cuatro respondió “mire, yo he venido sufriendo bueno de muchísimos años verdad, mi problema de **las varices** principalmente verdad, es de muchos años verdad que he padecido de ellas digamos desde los 15,16 años de edad siempre las he tenido y muchas veces la gente las ve Ay, oye porque tus venas están tan feas, bueno independientemente de lo feo, no me habían originado problemas en el embarazo, cuando yo tuve mis embarazos que tiene muchos años, yo siempre las traje vendadas use medias elásticas y nada más ya con el tiempo en las pláticas que he oído y lo que he leído , entonces he sabido que más que nada que ciertas enfermedades las tenemos por nuestro estilo de alimentación que comemos demasiadas grasas y eso nos va originando problemas, pero ahora las venas hace como dos años me producen mucha comezón , porque en si, me dicen que duele, a mi una sola una vez me han dolido y ya de eso hace unos 14 o 15 años me dolieron mucho yo sentía en mis términos como yo digo que me chicoteaban así se movían así y me producían un dolor muy intenso, es la única vez que me han dolido en esa forma las venas , lo demás ahora ha estado únicamente en pura comezón y comezón y la dolencia que yo tengo son los huesos el fémur la pierna eso es lo que a mi me duele, yo a veces así las aprieto siento que es como la pantorrilla y a veces así me aprieto el tobillo y es como siento pues cierto descanso. Ahorita la traigo vendada cuando voy a caminar, así que ya se que voy a caminar un poco. Es que me las vendo yo se que a la vena no le hago nada, pero en el hueso ahí es donde yo siento el descanso, al traerlas vendadas ya no me refleja dolor el hueso.

Los conceptos más mencionados fueron, historia natural de la enfermedad, vida, efectos secundarios de anestésicos, enfermedad, acupuntura, así como, confianza en la acupuntura, medicamentos alopáticos, entre otros.

Conclusión. De acuerdo a las personas entrevistadas, la Acupuntura tiene un efecto positivo en disminución del dolor, del estrés, la ansiedad, disminuye contracturas y espasmos. Les encanta no tener efectos secundarios de los medicamentos, que no es costoso, no andan drogados, se sienten relajados y tranquilos, duermen mejor, algunos mencionaron que se sienten menos irritables. La percepción del beneficio de la Acupuntura es buena.

### Referencias bibliográficas

- Arango – Velez, V. & Montoya - Velez L.(2015). Medicina Integrativa: efectos de la acupuntura y su aplicación clínica en la medicina convencional. CES Medicina, 29(2), 283-294. Retrieved September 28, 2018, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-87052015000200011&lng=en&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87052015000200011&lng=en&tlng=).
- Barrett B. Integrated local health system in Central America. Soc Sci Med 1996;43(1):71-82.
- Comaroff J. (1983). The Defectiveness of Symbols or the Symbols of Defectiveness? On the Cultural Analysis of Medical Systems, Culture, Medicine and Psychiatry. 7:3-20
- Cabiologlu. (2008). *Acupuncture and immunomodulation*.
- Chu Lee, Á., & Serra Valdes, M., & Chilibingua Villacís, S., & Aguirre Fernández, E., & Agudo Gonzabay, M., & Cárdenas López, O. (2016). La acupuntura como alternativa terapéutica en el abordaje de la fibromialgia. Revista Cubana de Reumatología, 18 (3), 318-325.
- Gibson. (1979). [http://www.ub.edu/psicologia\\_ambiental/unidad-2-tema-2-3-4](http://www.ub.edu/psicologia_ambiental/unidad-2-tema-2-3-4).
- Lopes-Júnior, C. Luís, Cruz, Lóris Aparecida Prado da, Leopoldo, Vanessa Cristina, Campos, Manni. (2010). *Neurotrophins and acupuntura, Autonomic Neurosci*.
- Ribeiro de, Almeida, F. Ana Maria de, & Silveira, Renata Cristina de Campos Pereira. (2016). Efetividade da Acupuntura Tradicional Chinesa versus Sham Acupuntura: revisão sistemática. Revista Latino-Americana de Enfermagem, 24, e2762. Epub August 15, 2016. <https://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.0647.2762>
- Neisser. (16 de enero de 2007). <https://psi-loquetuquieras.blogia.com/2007/011603-teor-a-cognitiva-de-neisser.php>.
- Robayo. (2011). Acupuntura en dermatitis atópica y mecanismos neuroinmunológicos. *Med*, vol. 19, numero , pp. 66-73.
- SK, K. (2010). *Acupuncture and immune modulation* .

# Extracción de polifenol oxidasa de pulpa de Mango (*Mangifera indica* cv. Ataulfo)

MI Oscar Yael Barrón García<sup>1</sup>, Dra. Marcela Gaytán Martínez<sup>2</sup> y  
Dr. Eduardo Morales Sánchez<sup>3</sup>

**Resumen**—Se evaluó un método que permite extraer la polifenoloxidasa (PFO) de pulpa de mango Ataulfo (PMA) y su estabilidad. La PFO es una enzima altamente distribuida dentro del reino de las plantas y es de las más importantes dentro de la pérdida de la calidad en el mango. La PFO es responsable de la oxidación de fenoles dando como resultado la formación de quinonas que serán convertidas en melaninas (pigmentos marrones). Por lo tanto, estandarizar un método de extracción de PFO que permita su cuantificación es de importancia. Se logró obtener un extracto crudo de PFO de PMA con una actividad de  $63.61 \pm 3.28$  y  $29.98 \pm 3.28$  U utilizando una solución amortiguadora de fosfatos con Triton x-100 en relación 1:1 y 1:4 respectivamente. El sustrato específico que presentó mayor actividad fue el 3-metil catecol. La actividad PFO del extracto crudo disminuyó 18% con respecto al tiempo almacenado a 30°C. Los resultados sugieren mantener en congelación para su preservación.

**Palabras clave**—polifenol oxidasa, mango Ataulfo, actividad enzimática

## Introducción

El mango tropical (*Mangifera indica*) es una fruta popular a nivel mundial por su sabrosa pulpa carnosa. Pertenece a la familia *Anacardiaceae*, género *Mangifera*, especie Indica. El mango es una fuente rica en fibra dietaria y contiene compuestos con actividad antioxidante y con beneficio para la salud, algunos de estos compuestos son compuestos fenólicos, carotenoides y vitaminas A y C (Palma-Orozco et al., 2014).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México ocupa el primer lugar a nivel mundial como el mayor exportador de mango. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) reporta que la producción total de mango para el 2015 fue de alrededor de 1.7 millones de toneladas con un valor estimado de 5 400 millones de pesos, siendo la variedad Ataulfo la de mayor producción en México con un 24.78%.

El mango Ataulfo tiene denominación de origen de acuerdo con la Declaratoria de Protección a la Denominación de Origen del Mango Ataulfo del Soconusco Chiapas que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 4 de agosto del 2003. Las características morfológicas lo describen como un fruto con un peso promedio de 350 g, una composición promedio de 69% de pulpa, 19% cáscara y 8.5% hueso o semilla, la pulpa es de consistencia firme con muy poco contenido de fibra, con sabor dulce y baja acidez, con cáscara firme y de color amarillo y resistente al manejo postcosecha (Declaración general de protección de la denominación de origen mango Ataulfo del Soconusco Chiapas).

Sin embargo, durante el procesamiento del mango existen desórdenes físicos que causan la decoloración de la pulpa y la cascara. Estos cambios en el color, sabor y pérdida de nutrientes del mango se han visto relacionadas con la polifenol oxidasa (PPO) (Palma-Orozco et al., 2014; Wang et al., 2007).

La PPO también conocida como *o*-difenol oxidasa, es una enzima binuclear que contiene cobre, cataliza dos reacciones distintas en presencia de oxígeno molecular usando compuestos fenólicos como sustrato. Una de ellas es la hidroxilación de monofenoles a sus correspondientes *o*-difenoles (actividad monofenolasa) y la segunda es la oxidación de *o*-difenoles a *o*-quinonas (actividad difenolasa) (Cheema and Sommerhalter, 2015).

Este oscurecimiento enzimático no ocurre cuando las células de las plantas están intactas por que los compuestos fenólicos se encuentran separados de la PPO por medio de vacuolas en el citoplasma. Una vez que el tejido es dañado al rebanar, cortar o descascarillar, comienza la formación de pigmentos cafés (Cheema and Sommerhalter, 2015).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es estandarizar un método para la extracción de la polifenol oxidasa de pulpa de mango Ataulfo y evaluar su estabilidad con respecto al tiempo de almacenamiento para que pueda ser utilizado para evaluar la inactivación de enzimas responsables de la pérdida de calidad del fruto en estudios posteriores.

## Materiales y métodos

<sup>1</sup> MI Oscar Yael Barrón García es estudiante de Doctorado del Instituto Politécnico Nacional del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro (CICATA-IPN-QRO), Querétaro, Querétaro. [yabaga@gmail.com](mailto:yabaga@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Marcela Gaytán Martínez es Profesora-Investigadora del Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro. [marcelagaytanm@yahoo.com.mx](mailto:marcelagaytanm@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Eduardo Morales Sánchez es Profesor-Investigador Instituto Politécnico Nacional adscrito al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro (CICATA-IPN-QRO), Querétaro, Querétaro. [eduardo\\_morales\\_sanchez@yahoo.com.mx](mailto:eduardo_morales_sanchez@yahoo.com.mx) (autor corresponsal)



### *Muestra de mango*

Se utilizó mango (*Mangifera indica* L. cv. Ataulfo) obtenido de mercados locales de la ciudad de Santiago de Querétaro, Querétaro, México. Las muestras fueron recolectadas y transportadas bajo condiciones controladas para evitar daños o magulladuras siguiendo los procedimientos de la norma mexicana (NOM-109-SSA1, 1994) y de los Estados Unidos de América, descritos en el FDA-BAM, Guía general de procedimientos capítulo I. Así como recomendaciones de la U.S. FDA Food Canning Establishment Registration and Process Filings FCE-SID Mango Pulp Requirements, a través del Code of Federal Regulations CFR Title 21, 113 & 114.

El mango Ataulfo fue sanitizado mediante lavado con solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 250 ppm durante 5 minutos. El despulpado fue realizado utilizando una despulpadora industrial, con filtro de malla de tamaño de 3-4 mm. La pulpa obtenida se homogeneizó hasta su completa reintegración del puré y se almacenó en congelación a -4°C hasta su posterior utilización.

### *Preparación del extracto crudo de PFO de pulpa de mango*

La pulpa de mango fue pesada y mezclada con una solución amortiguadora al 1% (p/v). Una relación 1:1 (p/v) de pulpa de mango con una solución amortiguadora 1:1 de sodio fosfato 0.1 M (pH 6.5) conteniendo polivinilpirrolidona (PVPP) y en una relación 1:4, fueron mezcladas y se agregó Triton x-100 al 1% (p/v) (Sigma-Aldrich). Las muestras fueron homogeneizadas durante 1 h con ayuda de un agitador magnético. Posteriormente se dejaron reposar por 1 h a 4°C. El extracto crudo fue centrifugado a 10000 rpm por 10 min a 4°C. El sobrenadante fue recolectado (PPO) y almacenado hasta su uso (Hu et al., 2018). Se usaron 20 µL de catecol 0.25 M en solución amortiguadora 0.1M de sodio fosfato (pH 6.5) como sustrato. La reacción se inició agregando 20 µL de extracto de PPO de mango. Se midió el cambio en la absorbancia a 420 nm cada 30 s por un periodo de 10 minutos utilizando un lector de microplaca (Thermo Scientific Multiskan GO). Una unidad de actividad PPO fue definida como la cantidad de enzima necesaria para causar un incremento de 0.001 min<sup>-1</sup> en la absorbancia (de Oliveira Carvalho and Orlanda, 2017; Hu et al., 2018; Palma-Orozco et al., 2014).

### *Determinación de la actividad PFO y PFO residual*

Para determinar la actividad PPO se utilizó como sustrato 20 µL de catecol 0.25 M en solución amortiguadora 0.2 M de sodio fosfato (pH 6.5), iniciando la reacción agregando 20 µL de extracto de PPO previamente preparado. Se midió el cambio en la absorbancia a 420 nm cada 30 s por un periodo de 10 minutos utilizando un lector de microplaca (Thermo Scientific Multiskan GO). Una unidad de actividad PPO será definida como la cantidad de enzima necesaria para causar un incremento de 0.001 min<sup>-1</sup> en la absorbancia (de Oliveira Carvalho and Orlanda, 2017; Hu et al., 2018; Palma-Orozco et al., 2014).

$$\text{Actividad PFO (A)} = \left[ \frac{(\Delta \text{abs})}{(\Delta t)} \right] \times 1000 \quad \text{Ecuación 1}$$

donde “t” es el tiempo de reacción, y Δabs es el cambio en la absorbancia de la solución durante el tiempo de reacción considerado (de Oliveira Carvalho and Orlanda, 2017).

La actividad PFO residual (PFORA) se calculó utilizando la Ecuación 2:

$$PFO_{RA}(\%) = \left( \frac{A_t}{A_0} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

**Error! Reference source not found.**

donde “At” es la actividad PFO residual de la muestra con tratamiento al tiempo t, y “A0” es la actividad PFO de la muestra sin tratamiento.

### *Determinación de la estabilidad del extracto crudo de PFO de pulpa de mango*

Para evaluar la estabilidad del extracto crudo de PFO se colocaron 1 mL de extracto en un tubo eppendorf de 1.5 mL y se mantuvo en congelación para ser utilizado como muestra control, así mismo se colocó 1 mL del extracto en un tubo eppendorf de 1.5 mL, la muestra fue colocada en un horno a 30°C durante 7 días. Las muestras se colocaron por triplicado y la actividad PFO residual fue medida durante 7 días.

### *Determinación de la especificidad de sustrato del extracto crudo de PFO de pulpa de mango*

Para evaluar la especificidad de sustrato del extracto crudo de PFO de pulpa de mango se utilizaron 4 sustratos, el 3-metil catecol, catecol, pirogalol y guayacol (Sigma-Aldrich). Posteriormente se midió la actividad PFO y se compararon los resultados.

### **Comentarios Finales**

#### *Actividad PFO del extracto crudo de pulpa de mango*

En la Figura 1 se observa que con la solución amortiguadora de fosfatos se obtiene una actividad PFO de  $21.11 \pm 1.07$  y de  $15.29 \pm 1.72$  U, en tanto, con la solución amortiguadora de fosfatos que contiene Triton x-100 la actividad PFO fue de  $63.61 \pm 3.28$  y  $29.98 \pm 3.28$  U en relación 1:1 y 1:4 respectivamente. Esto demuestra que existe un efecto significativo en la extracción de la PFO de la pulpa de mango cuando se utiliza el Triton x-100 con respecto a la solución amortiguadora que no lo contiene.

Cuando no se utiliza el Triton x-100 el rendimiento de actividad PFO del extracto es similar entre la solución en proporción 1:1 y 1:4. El Triton x-100 incrementa proporcionalmente la actividad PFO del extracto con respecto a la cantidad de pulpa de mango, es decir, es mayor en la proporción 1:1. Este efecto se debe a que la PFO se encuentra dentro de las células vegetales específicamente en los plastos (Toivonen and Brummell, 2008). El Triton x-100 es un detergente suave que rompe las membranas sin desnaturalizar las proteínas, liberando la PFO al citosol, dando como resultado una mayor actividad (Fang, 2007; Palma-Orozco et al., 2014; Toivonen and Brummell, 2008). Por lo tanto, para los experimentos la proporción 1:1 con 1% de PVPP y 1% de Triton x-100 fue la que se usó.

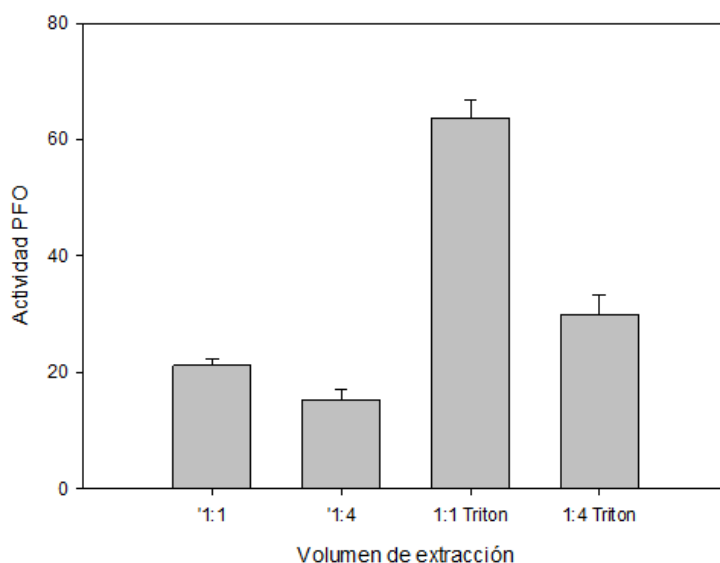


Figura 1. Actividad PFO del extracto crudo de pulpa de mango con diferentes volúmenes de extracción y concentración de Triton x-100.

#### *Determinación de la estabilidad del extracto crudo de pulpa de mango*

Los resultados de la estabilidad de la PPO del extracto de pulpa de mango se muestran en la Figura 2. La actividad PFO residual se reduce al  $51 \pm 8\%$  durante los primeros dos días, en tanto que, se tiene un  $20 \pm 2\%$  a los siete días. Los resultados muestran que, aunque no se inactiva completamente la PPO, su actividad disminuye respecto al tiempo, por lo que es necesario mantener en congelación para no afectar la actividad real del producto que se evalúa.

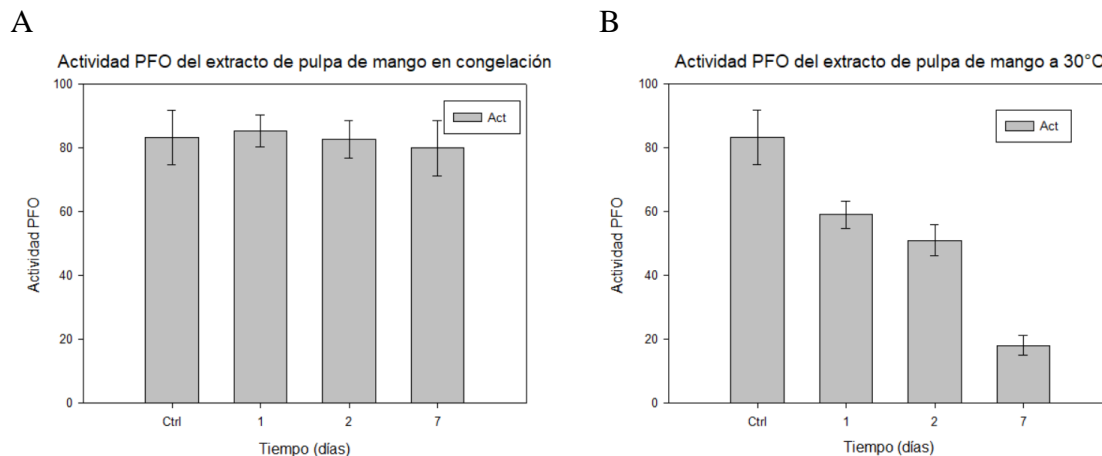


Figura 2. Determinación de la estabilidad del extracto crudo de PFO de pulpa de mango en congelación (A) y a 30°C (B) y por 7 días.

*Determinación de la especificidad de sustrato del extracto crudo de PFO de pulpa de mango*

Se usaron cuatro sustratos para evaluar la especificidad del extracto crudo de PFO de pulpa (Tabla 1). La actividad mayor se encontró usando 3-metil catecol, seguida por el catecol y pirogalol. En contraste, no se detectó actividad para el guayacol (Tabla 1) demostrando la presencia de la PFO. Esta relación entre la enzima y el sustrato depende de cada especie de planta (cultivos), sustrato, estructura química de la cadena lateral, número de los grupos hidroxilo, y posición en el anillo de benceno (Palma-Orozco et al., 2014).

Sustrato	Actividad
3-metil catecol	+++
Catecol	++
Pirogalol	+
Guayacol	-

Tabla 1. Especificidad de sustrato para el extracto de PPO de pulpa de mango.

*Conclusiones*

La actividad y estabilidad de la PFO depende de cada especie de planta (cultivos), sustrato, estructura química de la cadena lateral, número de los grupos hidroxilo, y posición en el anillo de benceno.

La solución amortiguadora de fosfatos que contiene Triton x-100 permitió obtener un extracto crudo de PFO de pulpa de mango Ataulfo para determinar la actividad PFO. Es necesario mantener el extracto crudo de PPO de pulpa de mango en congelación para preservar su actividad enzimática original.

**Referencias**

Cheema, S., Sommerhalter, M., 2015. Characterization of polyphenol oxidase activity in Ataulfo mango. *Food Chem.* 171, 382–387. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.011>

de Oliveira Carvalho, J., Orlanda, J.F.F., 2017. Heat stability and effect of pH on enzyme activity of polyphenol oxidase in buriti (*Mauritia flexuosa* Linnaeus f.) fruit extract. *Food Chem.* 233, 159–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.101>

Fang, C., 2007. Characterization of Polyphenol Oxidase and Antioxidants from (*Asimina tribola*) PawPaw Fruit. University of Kentucky.

Hu, K., Dars, A.G., Liu, Q., Xie, B., Sun, Z., 2018. Phytochemical profiling of the ripening of Chinese mango (*Mangifera indica* L.) cultivars by real-time monitoring using UPLC-ESI-QTOF-MS and its potential benefits as prebiotic ingredients. *Food Chem.* 256, 171–180. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.02.014>

Palma-Orozco, G., Marrufo-Hernández, N.A., Sampedro, J.G., Nájera, H., 2014. Purification and Partial Biochemical Characterization of Polyphenol Oxidase from Mango (*Mangifera indica* cv. Manila). *J. Agric. Food Chem.* 62, 9832–9840. <https://doi.org/10.1021/jf5029784>

Toivonen, P.M.A., Brummell, D.A., 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 48, 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2007.09.004>

Wang, J., Jiang, W., Wang, B., Liu, S., Gong, Z., Luo, Y., 2007. Partial properties of polyphenol oxidase in mango (*Mangifera indica* L. CV. “Tainong”) pulp. *J. Food Biochem.* 31, 45–55. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2007.00097.x>

# SEMIAUTOMATIZACION DE PROCESO DE PERFORADO DE BASE PARA ASPIRADORA

MC Enrique Barrón López<sup>1</sup>, Dr Jesús Gonzalo Palacios Valerio<sup>2</sup>, Ing Hector Manuel Granados Diaz<sup>3</sup>

**Resumen-**Este proyecto está enfocado en un proceso de perforado de una base para aspiradora, dentro de un empresa de manufactura de alto volumen. La base se usa a su vez en un proceso continuo de ensamble de aspiradoras para uso comercial. El proceso de perforado presenta diversas deficiencias debido a que fue implementado para efectuarse de forma manual con 7 operadores y debe mejorarse con un enfoque de Manufactura Esbelta, con el objetivo fundamental de mejorar el tiempo de ciclo. Después de mediciones iniciales de desempeño y análisis de causa raíz, y luego de plantear las Hipótesis correspondientes se decide fabricar una estación semiautomática de perforado, la cual se implementa y se incorpora a la línea de ensamble de aspiradoras. Se efectúan mediciones finales de desempeño y se comprueba el logro de los objetivos

**Palabras Clave:** Manufactura Esbelta, Mejoramiento Continuo.

## Introducción

En la actualidad las empresas fabricantes de productos de alto volumen exigen procesos de altas eficiencias y rápidos, con bajos niveles de defectos, en su mayoría con enfoques de Manufactura Esbelta, es decir con pocos desperdicios. En este artículo se aborda el caso de una base plástica para aspiradora a la que se le efectúan cinco perforaciones para usarse en ensambles posteriores, la cual se muestra en la Figura 1. El proceso consistía de 7 operadores efectuando el trabajo de perforación de forma secuencial en una mesa de trabajo, presentando serias deficiencias de carácter técnico. La Figura 2 muestra el proceso manual con las 7 operaciones realizadas, iniciando con la Operación 1 'Revisión inicial' y terminando con la Operación 7 'Limpieza y quitado de rebaba'. La finalidad del proyecto es efectuar una mejora sustancial al proceso que permita lograr los objetivos de manufactura.



Fig 1 Base para Aspiradora

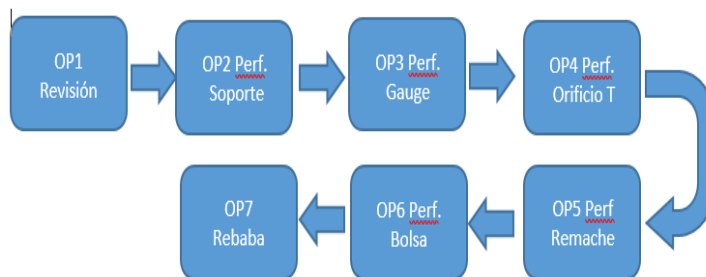


Fig 2 Proceso de perforado inicial

## Situación Inicial

El proceso de perforado se efectuaba de forma totalmente manual, con taladros comerciales como se muestra en la Figura 3. La estación de perforado es una mesa acondicionada para esta función con los 7 operadores laborando a su alrededor efectuando las operaciones mencionadas en la Figura 2, en condiciones que a primera instancia ofrece varias posibilidades de mejora. La estación, mostrada en la Figura 4 presenta problemas de capacidad, así como problemas ergonómicos para los operadores.

<sup>1</sup>MC Enrique Barrón López es profesor investigador en el IIT de ia UACJ [ebarron@uacj.mx](mailto:ebarron@uacj.mx) , autor corresponsal

<sup>2</sup>Dr Jesús Gonzalo Palacios Valerio es profesor investigador en el IIT de ia UACJ [jpalacio@uacj.mx](mailto:jpalacio@uacj.mx)

<sup>3</sup>Ing Hector Manuel Granados Diaz es egresado de Ingeniera Industrial y de Sistemas en el IIT de la UACJ [hector.grandia@outlook.com](mailto:hector.grandia@outlook.com)



Fig 3 Perforado Manual



Fig 4 Estación de Perforado

### Análisis

La demanda actual del producto son 1500 unidades lo que resulta en un tiempo TAKT máximo de 20 segundos. Para conocer la capacidad actual se procedió a efectuar 30 tomas de tiempos usando filmación de video, obteniendo las medias de los tiempos de ciclo en cada operación. Los resultados se presentan en la gráfica de la Figura 5, donde se observa que el operador mas lento es el número 7 con 25.8 segundos, que es el encargado de retirar la rebaba de la base, asegurarse que los orificios estén alineados, envolver con plástico y trasladarlos a la siguiente estación. Esto significa que no se cuenta con la capacidad requerida y esto constituye el principal problema a resolver.

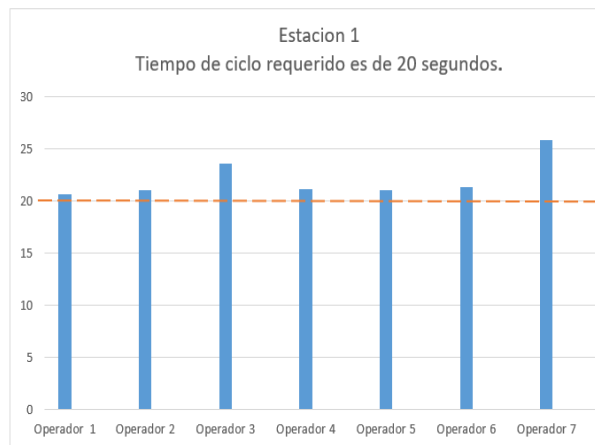


Fig 5 Tiempos por Operación

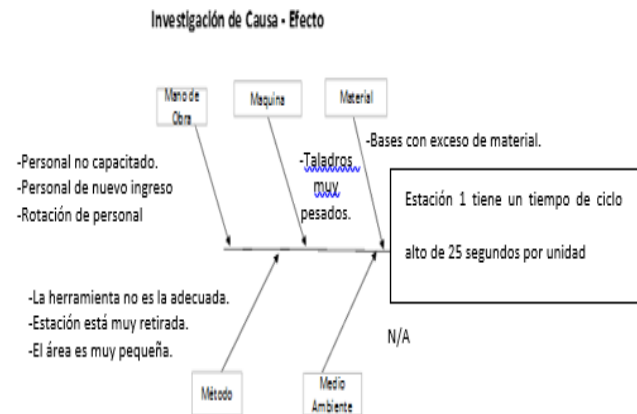


Fig 6 Diagrama de Ishikawa

Por lo anterior, y para formalizar el proceso de solución, se procedió al análisis de la situación inicial a través de investigación en piso, y consultas, usando las técnicas de 5 Porqués y el Diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 6. Se encontró lo siguiente:

- Uso de Herramienta inapropiada para las operaciones de taladrado.
- La causa es que la estación de perforado es relativamente nueva, pues anteriormente la base se recibía perforada.

Por lo anterior se plantea lo siguiente:

**OBJETIVO:** Reducir el Tiempo de Ciclo a 20 segundos mediante mejoras al proceso.

**HIPOTESIS NULA:**  $H_0 \mu \leq 20$  segundos

Las mejoras al proceso manual reducirán el Tiempo de Ciclo a 20 segundos o menos

**HIPOTESIS ALTERNATIVA:**  $H_1 \mu > 20$  segundos

Las mejoras al proceso manual NO reducirán el Tiempo de Ciclo a 20 segundos



### Mapeo Inicial

La Estación de Perforado bajo estudio se encontraba fuera de la línea principal de ensamble de las aspiradoras, y de ahí se transportaban las bases para iniciar con el ensamble del producto final. Para reforzar el análisis y contar con mayor información de la situación inicial se efectuó un Mapeo del Proceso de perforado, que se presenta en la Figura 7. En éste es de resaltar un recorrido actual por transportes de 18.3 metros y un Valor Agregado (VA) de 51%, así como un tiempo total de proceso de 154.5 segundos, lo que representa oportunidades de mejora.


PROCESS MAPPING SHEET							Date	1 of 1			
PROCESS REVISION							Page				
PART NUMBER / PROCESS - Estación de perforado											
operación	PROCESS STEP	Operation	Inspection	Transport	Delay	Storage	VA	NVA	W	Time (Secs)	Observaciones
1	Quitar bolsa y espuma	○	□	→	D	▽	0	10	0	10	Todas las envolturas son colocadas en botes de reciclado
1	Revisar que no tenga defectos.	○	□	→	D	▽	0	8	0	8	Inspeccion es que no tenga manchas quebradas, falta de cobrante
1	Pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	2.6	2.6	Pasa al operador 2.
2	Tomar base	○	□	→	D	▽	0	2	0	2	
2	Perforar de soporte	○	□	→	D	▽	17	0	0	17	Se utiliza taladros electricos.
2	Pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	2	2	Pasa al operador 3
3	Tomar base	○	□	→	D	▽	0	3	0	3	
3	Realizar perforaciones con gauge	○	□	→	D	▽	18	0	0	18	Se utiliza pin gauge para retirar excedente de material.
3	Pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	2	2	Pasa al operador 4
4	Tomar base	○	□	→	D	▽	0	3	0	3	
4	Perforar base del orificio T	○	□	→	D	▽	15	0	0	15	Se realiza perforacion taladro electrico
4	Pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	3	3	Pasa al operador 5
5	Tomar base	○	□	→	D	▽	0	3	0	2	
5	Perforar base del ramache	○	□	→	D	▽	15	0	0	15	Se realiza perforacion taladro electrico
5	Pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	4	4	Pasa al operador 6
6	tomar base	○	□	→	D	▽	0	2	0	2	
6	Se realiza perforacion de la base	○	□	→	D	▽	18	0	0	18	Se realiza perforacion taladro electrico
6	pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	2	2	Pasa al operador 7
7	Tomar base	○	□	→	D	▽	0	2	0	2	
7	Retirar rebaba	○	□	→	D	▽	0	20	0	20	Retirar rebaba de base
7	inspeccion	○	□	→	D	▽	0	2	0	2	
7	se almacena en un contenedor	○	□	→	D	▽	0	1	0	1	
7	Pasa a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	7	7	Pasa a la estación 2 de remachado
Total No		12	8	7	0	1	83	56	22.6		
Porcentajes.							51%	35%	14%	154.51	
Total Time											
Total Times / Distance							18.3m				

Fig 7 Mapeo inicial del proceso

### Propuestas de Solución

Se procedió a analizar opciones de solución y se presentaron las siguientes tres propuestas

**Propuesta 1 Modificar el molde actual de la base.** Hacer modificaciones al molde actual para que fabrique la base con los orificios, haciéndole intercambio de partes como, Botadores, Bujes y Postes de alineamiento e Insertos.

**Propuesta 2 Realizar una estación de perforado.** Diseñar y fabricar una estación semiautomática que ejecute las perforaciones equipada con taladros neumáticos accionados por una botonera manual y bases sujetadoras. Todo el equipo montado en una estación de trabajo.

**Propuesta 3 Comprar un molde nuevo especificado para la base.** Mandar manufacturar un molde para que fabrique la base con todos los orificios requeridos



### Selección de Propuesta

Para cada propuesta se efectuó investigación de costos, tiempos de entrega, ventajas operativas y desventajas, y se construyó la Tabla 1 anexa que muestra lo anterior.

**Propuesta 1** No es factible por el alto costo y el riesgo de dañar el dado al efectuar las adecuaciones.

**Propuesta 2** Es factible de realizar con un costo razonable y tiempo de entrega de 3 semanas.

**Propuesta 3** Opción que significa un gran desembolso y un tiempo de entrega aproximado de 8 meses.

PROPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	COSTO
<b>OPCION 1</b> Modificar Molde Actual	-El molde se podría utilizar en otras presentaciones	-Desgaste en la base. -Molde tiene más de 13 años. -La modificación se realiza con el proveedor en China. -Tiempo de de entrega es de 4 meses.	-Precio aproximado por modificación es de \$32 400 dlls.
<b>OPCION 2</b> Construir Estación de Perforado	-Estación se puede fabricar en la planta. -Baja inversión. -Maquina se puede agregar al proceso de producción.	-Desgaste en piezas móviles de la máquina	-Precio aproximado en fabricar la estación es \$10 000 dlls. Con proveedores
<b>OPCION 3</b> Comprar Molde Nuevo	-Mejor rendimiento. -Menor tratamiento térmico. -Se puede utilizar en diferentes presentaciones.	- -Tiempo de entrega es más de 8 meses.	-Precio aproximado por realizar un molde nuevo es de \$70 000 dlls

Tabla 1 Evaluación de propuestas

La Opción 2 presenta ventajas de costo y tiempo de entrega sobre las otras 2 opciones. Se tomó la decisión de elegirla y así continuar con el proyecto en tiempo.

### Diseño y Construcción del Equipo.

Se procedió a diseñar la estación de perforado, y en la figura 8 se pueden observar algunos de los elementos diseñados. Esta estación consiste de los siguientes elementos

- Mesa o estructura principal.** Construida en acero con cubierta de placa de aluminio en la parte superior
- Fixtura sujetadora.** Es para sujetar y afianzar la base al ser perforada. Se construyó de aluminio.
- Base para taladros.** Base de aluminio para montar los taladros neumáticos.
- Arco sujetador.** Arco vertical de perfil de aluminio para colocar un pistón de doble efecto para efectuar la perforación de operacion #3.

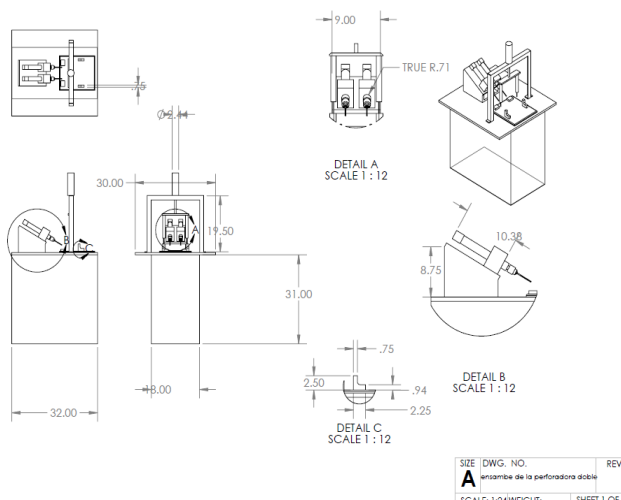


Fig 8 Elementos de la estación

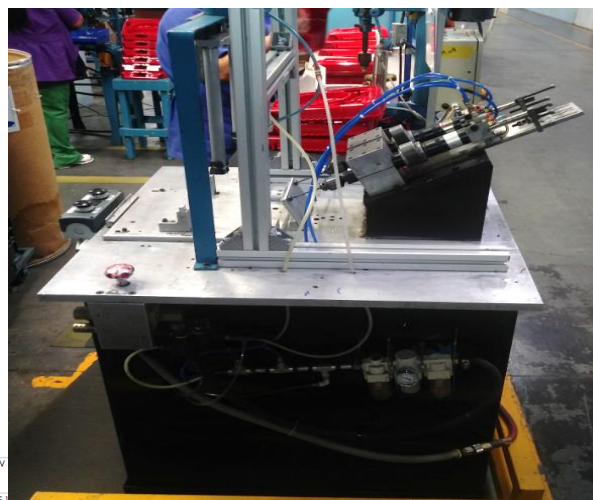


Fig 9 . Estación de perforado

Se construyó la estación de perforado incorporando 2 Taladros Neumáticos marca 'Ingersoll Rand' para uso industrial, pistones de doble efecto, dos botoneras de accionamiento, válvula neumática de 5 vías, reguladores, etc. La estación terminada se encuentra en la Figura 9.

### Prueba Piloto e implementación

La estación está diseñada para ser operada por una persona efectuando todas las perforaciones, pero se requiere otra para desempacar las bases e inspeccionarlas. Se efectuó una corrida piloto y toma de tiempos con los resultados presentados en la Tabla 2 enseguida, donde se observa una media de 15.54 segundos para el primer operador y 19.5 para el segundo, que es el que opera la estación. Lo anterior se observa en la Figura 10, y la Figura 11 muestra la estación implementada directamente al inicio de la línea de producción. Se procedió a efectuar un Mapeo Final para documentar los logros

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Promedio
Operador 1	17	17	16	15	17	17	15	16	17	16	17	15	15	16	15	15	17	16	17	16	17	17	16	15	15	17	15	17	16	17	15.5666667
Operador 2	20	19	21	20	17	20	19	18	20	20	19	18	21	20	20	17	21	21	18	20	19	20	20	20	18	19	21	20	20	19	19.5

Tabla 2 Toma de tiempos

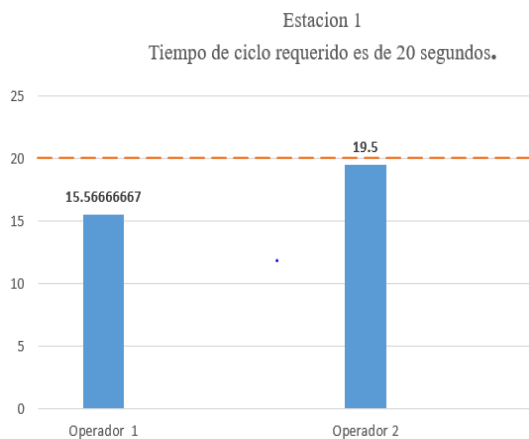


Fig 10 Resultados

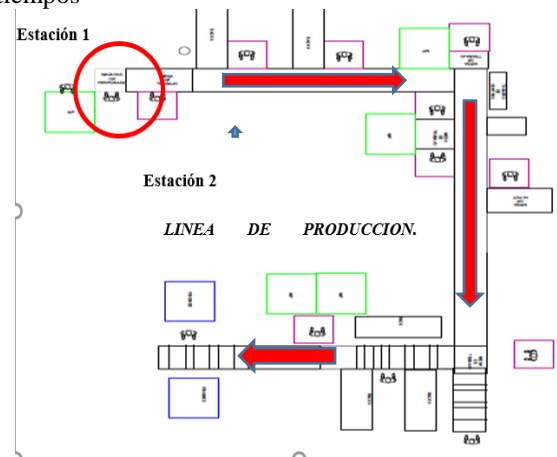


Fig 11 Localización de Estación

PROCESS MAPPING SHEET											Date: _____	Page: _____
COMPAÑY: _____											EMS	
PART NUMBER / PROCES : _____											M. Morelia	
Operación	PROCES S STEP	Operación	Inspeccion	Transporte	Retraso	Almacenamiento	VA	NVA	W	Distancia	Time (Sec's)	COMENTARIOS
1	Contenedor de base	○	□	→	D	▽	0	0	0		0	Materia prima sin movimiento.
1	Tomar base de contenedor.	○	□	→	D	▽	0	1	0	1m	3	
1	Remover bolsa/plástico de base.	○	□	→	D	▽	10	0	0		4	
1	Colocar bolsa/plástico en contenedores de reciclado.	○	□	→	D	▽	0	2	0		4	
1	Inspeccionar base.	○	□	→	D	▽	0	2	0		3	No tenga manchas.
1	Pasar base a la siguiente operación.	○	□	→	D	▽	0	0	2	1m	2	
2	Tomar base.	○	□	→	D	▽	0	2	0		2	
2	colocar base en máquina perforadora	○	□	→	D	▽	6	0	0		6	
2	Accionar bobines manuales de máquina	○	□	→	D	▽	13	0	0		3	Se realizan todos los orificios
2	Retirar base de la máquina	○	□	→	D	▽	0	2	0		4	
2	Inspeccion base que tenga todas las perforaciones	○	□	→	D	▽	0	3	0		4	
	Pasar base a la siguiente estación.	○	□	→	D	▽	0	0	2		2	
Total No		7	2	2	1	0	29	12	4	1.5m	37	
Porcentaje.							64%	27%	9%			
Total Time											37	
Total Times / Distance							37 segundos/3.5 metros.					

Fig 12 Mapeo Final

En el Mapeo final de la figura 12 anterior se observa que el proyecto obtuvo resultados satisfactorios al ser un proceso mucho mas corto pues se tiene un porcentaje final de Valor Agregado(VA) de 64%, distancia viajada de solo 3.5 metros y tiempo de proceso total de solo 37 segundos, cuando inicialmente era de 154.5 segundos. La Tabla 3 enseguida contiene todos los resultados obtenidos en la mejora del proceso

	ANTES	DESPUES
OPERADORES	7	2
TIEMPO DE CICLO	25.8 Seg	19.5 Seg
DISTANCIA RECORRIDA	18.3 m	3.5 m
VALOR AGREGADO	51 %	64 %
VALOR NO AGREGADO	35 %	27 %
TIEMPOS RECORRIDO	14 %	9 %

Tabla 3 Resultados

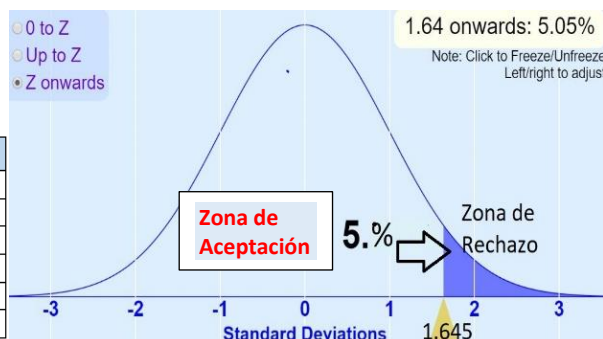


Figura 13 Resultados

### Comprobación de Resultados

Para los datos de la Tabla 12 de toma de tiempos finales se tiene lo siguiente para el operador Num 2:  
 $\Sigma x = 585$      $\Sigma x^2 = 11445$      $(\Sigma x)^2 = 342\,225$      $\bar{x} = 585/30 = 19.5$  Media de los tiempos finales

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 / n}{n-1}} = 1.1371$$

por lo que la Desviación Estándar de los datos de la muestra de 30 tiempos es  $s = 1.1371$ . La prueba de Hipótesis planteada es de una cola al extremo derecho de la curva normal, por lo que para 95% de Nivel de Confianza el punto crítico para el parámetro Z es de 1.645. Al calcular Z para este muestreo se obtiene lo siguiente:  $Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} = \frac{19.5 - 20}{1.1371 / \sqrt{30}} = -2.408$ . Esto es, la media de los tiempos del muestreo con valor de 19.5 está ubicada a 2.408 desviaciones estándar a la izquierda de la media esperada de 20 y cae en Zona de Aceptación. Esto se ilustra en la Figura 13. Adicionalmente, se efectuaron los cálculos en 'Minitab' verificando lo anterior al obtener un valor de P Value de 0.993 el cual es mayor que  $>> 0.05$ , el nivel de significancia.

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound	Z	P
tiempo	30	19.500	1.137	0.204	19.164	-2.45	0.993

Por lo anterior se acepta la Hipótesis Nula planteada inicialmente:

$H_0 \mu \leq 20$  Las mejoras al proceso manual reducirán el Tiempo de Ciclo a 20 segundos o menos

Y se concluye que las mejoras al proceso manual lograron el objetivo planteado inicialmente, de reducir el tiempo de ciclo a 20 segundos o menos.

### BIBLIOGRAFIA.

Barry Render, J. H. (1996). *Principios de administracion de operaciones*. Prentice-hall hispanoamericana.  
 Criollo., R. G. (1997). *Estudio del trabajo. Ingenieria de metodos y edicion del trabajo*. McGrawHil.  
 Dehnad., K. (1989). *Quality control, robust design, and the taguchi*. Dehnal.  
 Hirano., H. (1987). *Poka-Yoke mejorando la calidad de los productos*. Pressinc.  
 Manuel Rajadell Carreras, J. L. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. Diaz de Santos.  
 -Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. H. (2010). *Operations Management Processes and Supply Chains* (Ninth Ed). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall  
 Sacristan., F. R. (2005). *Las 5'S orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Fundacion Confemental.  
 Weiss, N. A. (2012). *Introductory Statistics* (9th Edition). Boston, MA: Addison-Wesley.

# AUTOMATIZACIÓN DE CONTROL DE ASISTENCIAS ESCOLARES POR MEDIO DE UN SISTEMA BASADO EN RECONOCIMIENTO BIOMÉTRICO

Aldonso Becerra Sánchez<sup>1</sup>, Emmanuel de Jesús Velásquez Martínez<sup>2</sup>, Gustavo Zepeda Valles<sup>3</sup>, Uriel Ramírez-García Correa<sup>4</sup> y Santiago Esparza Guerrero<sup>5</sup>

**Resumen**—Hoy en día la actividad cotidiana para un docente que imparte un curso en una institución educativa requiere que haya una relación entre la clase y la asistencia del alumno, por lo que un método clásico para reportar dicha actividad de asistencia es plasmando en una simple hoja de papel o un software la asistencia del alumno dejando de lado al alumno y consigo la clase impartida además de que esta tarea requiere tiempo. Por consiguiente, el diseño de un sistema basado en biometría (huella dactilar) que tiene como objetivo la toma de asistencia del alumnado por cada curso tomado dentro de un periodo escolar dado en la institución educativa, involucra una combinación entre el uso de software como de hardware. A menudo las plataformas desarrolladas de este tipo requieren que sean portátiles y amigables para el usuario final (en este caso planta docente y alumno) sin necesidad de que ellos tengan conocimientos técnicos para el uso de la herramienta de asistencia escolar; obteniendo de esta manera resultados en forma de reporte de asistencias mediante la huella digitalizada dactilar del estudiante haciendo uso de un lector biométrico, para que el docente obtenga una relación clase-alumno. La propuesta general se basa en el desarrollo de una aplicación de escritorio en el que se tendrán las funciones CRUD además de los reportes digitales de asistencias del alumnado. Para la segunda parte del sistema del cual consiste en registrar la asistencia de la clase se tiene implementado en una computadora pequeña y asequible como lo es Raspberry PI, el cual es una tarjeta pequeña y asequible que se puede usar para propósito general, esta se usa por las dimensiones que posee para su portabilidad y traslado por cada aula de trabajo según se requiera.

**Palabras clave**—Sistema de asistencia, huella dactilar digital, Raspberry PI, relación clase-alumno, lector biométrico.

## Introducción

Es bien sabido que, en la mayoría de las instituciones educativas según para todas las asignaturas, la asistencia a clase es una condición para tener derecho al examen. El requisito de asistencia regular significa que el alumno debe estar presente durante al menos el 80% del tiempo de clase. También significa que el estudiante debe estar presente en la institución durante todo el período durante el cual se está ejecutando el curso. Los maestros tienen el derecho de excluir a los estudiantes de los exámenes para esa materia si no están en clases el 80% del tiempo.

El trabajar en otro tema externo nunca es una justificación aceptable para la ausencia de clase. Solo se aceptan razones médicas y otras circunstancias fuera del control. El estar dispuesto a clase de las variadas materias impartidas es obligatorio venir bien preparado para la clase y contribuir activamente a los ejercicios de resolución de problemas, discusiones, análisis de casos, etcétera. En algunos casos, la participación activa en la clase es un elemento de la evaluación del curso.

Por lo tanto, el sistema de registro de asistencia evita que se presenten anomalías respecto a cada caso señalado en las que puede incurrir la perspectiva del curso del estudiante.

## Descripción y Metodología De Desarrollo Del Sistema

### Descripción

El sistema de registro de asistencias por medio de lector biométrico se basa en las necesidades presentadas por parte de la Universidad Autónoma de Zacatecas por lo que fue de vital importancia realizar una lista de requerimientos los cuales permitieran cumplir con las expectativas por parte de la planta académica y principalmente

<sup>1</sup>Aldonso Becerra Sánchez es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México.

[a7donso@uaz.edu.mx](mailto:a7donso@uaz.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>Emmanuel de Jesús Velásquez Martínez es estudiante de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México [zefeca27@gmail.com](mailto:zefeca27@gmail.com)

<sup>3</sup>Gustavo Zepeda Valles es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México,

[gzepeda@uaz.edu.mx](mailto:gzepeda@uaz.edu.mx)

<sup>4</sup>Uriel Ramírez-García Correa es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México,

[uramirezgc@uaz.edu.mx](mailto:uramirezgc@uaz.edu.mx)

<sup>5</sup>Santiago Esparza Guerrero es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México,

[chago@uaz.edu.mx](mailto:chago@uaz.edu.mx)

de los alumnos que están cursando una materia dentro de la institución, para ello inicialmente se dispuso de llevar a cabo con los siguientes requerimientos que se mencionan a continuación:

- Debe ser un sistema único dentro de la institución educativa esto con la finalidad de evitar problemas futuros al incorporarlos como parte de otros sistemas
- El sistema de registro de la asistencia (Raspberry PI) debe tener portabilidad que permita el traslado de aula en aula.
- Los módulos del sistema deben ser adaptables a los posibles cambios.
- La aplicación total debe ser amigable para los usuarios finales (Alumnos y Planta Docente).
- Debe de poder dar seguimiento generando un reporte día a día las clases impartidas por cada asistencias generada o no generada del estudiante.
- 

#### *Metodología de Desarrollo*

Para el desarrollo de este sistema se opto por una metodología ágil conocida como Prototyping, esta metodología la define Rouse (2005) como un método de desarrollo de sistemas en el que un prototipo (una aproximación temprana de un sistema final o producto) es construido, probado y luego vuelto a trabajar según sea necesario hasta que finalmente se logre un prototipo aceptable a partir del cual el sistema o producto completo puede ser ahora desarrollado. Este modelo nos permitió obtener feedback de algunos de los interesados en el sistema en etapas tempranas, haciendo que funcionalidades del sistema fueran descartadas o suprimidas mientras que nuevas funcionalidades y necesidades fueran agregadas conforme iban siendo requeridas. Para el caso del presente trabajo entenderemos como prototipo un un sistema/software que es empleado con fines demostrativos con respecto a un tema en específico, probando sus funciones definidas en diseño y poder entender posteriormente el problema que trata de resolver. Weitzenfeld y Guardati (2007) definen el prototipo como una versión preliminar, intencionalmente incompleta o reducida de sistema. Bajo este hecho, el uso de prototipos es una herramienta útil para aplicarse en casi todas las actividades de diseño y creación de software.

Para el caso de las cuestiones tácticas del presente trabajo, nuestro prototipo se basará en el diseño y especificación de los requerimientos, bajo los supuestos de:

- a) Obtención de requerimientos: se generan a través de información proporcionada por el usuario que necesita o requiere el apoyo a través de herramientas de software.
- b) Validación de los requerimientos: el prototipo generado requiere evidenciar (si es el caso) faltantes de funcionalidad de acuerdo a los requerimientos obtenidos en la fase 1.

Nuestro enfoque Prototyping sigue un proceso sugerido por Summerville (2000) y Becerra (2018) que se repite en cada iteración (ver Figura 1):

1. Establecer objetivos del prototipo.
2. Definir la funcionalidad del prototipo.
3. Desarrollar el prototipo.
4. Evaluar el prototipo.

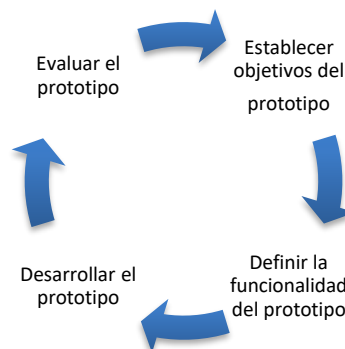


Figura 1. Ciclo de vida del prototipo.

Durante el establecimiento de los objetivos del prototipo nuestro objetivo fue el seleccionar una de las funcionalidades a desarrollar y definir hasta donde llegaría el prototipo en funcionalidad. Esta tarea requiere de la selección cuidadosa de características que requieran ser evaluadas por el usuario final para su aprobación o desecho. Cada uno de estos pasos nos permite mejorar el sistema incluso antes de que esté finalizado, no obstante trae consigo sus riesgos y limitaciones. Un riesgo al que nos tuvimos que enfrentar fue el cambio frecuente de

requerimientos, dado que ninguno de los involucrados contaba con una idea clara de cómo deberían de funcionar las ideas nuevas que incorporaba el sistema al entorno estudiantil.

### Pruebas y resultados

El diseño y estructura de la base de datos en base a los requerimientos posee un protagonismo importante dentro del sistema ya que de esta dependerá que se genere los reportes pertinentes partiendo en base a los datos registrados, la base de datos se implementó en un servidor donde este tiene el sistema de gestión de base de datos de tipo objeto-relacional Oracle. Oracle se describe como un sistema de base de datos como un gestor de forma fiable dada una gran cantidad de datos en un entorno multiusuario para que muchos usuarios puedan acceder simultáneamente a los mismos datos (Referencia). Por lo tanto, resulta ideal para el Sistema De Registro De Asistencia para almacenar registros de asistencia de clase del alumno.

En el momento que se pensó en el desarrollo de la aplicación para el sistema fue importante priorizar las funciones básicas tales como Crear, Leer, Actualizar y Eliminar (CRUD), entonces bajo el lenguaje de programación de Java se desarrolló la interfaz de usuario fue dictada bajo este lenguaje de programación, en la Figura 2 mostramos la interfaz para el usuario final, esta interfaz recompila datos del alumno así mismo su huella dactilar para la función de registro de asistencia a clase, el lector biométrico estandarizado para el sistema fue Digital Persona 4500 en donde este es lector biométrico resulta ser potente y al mismo tiempo elegante diseñado para la identificación de personas por medio de la huella. Su diseño compacto permite adecuarse a entornos con espacios reducidos.

A partir de este punto inicia la explicación en la que se diferencia principalmente el sistema y es que mediante el uso de la tarjeta Raspberry PI, esta soporta un sistema operativo permitiendo realizar tareas de forma adecuada y eficaz, entonces para esta parte del sistema el lenguaje implementado es Python permitiendo hacer uso de múltiples librerías obteniendo la mayor productividad posible para este sistema. Por ejemplo, en la Figura 3 mostramos los elementos utilizados tales como una LCD 16x2, el lector biométrico digital Persona 4500 y la tarjeta Raspberry PI involucrada; la mención de estos componentes es porque mediante el lenguaje de programación Python fue posible unir los módulos como lo son por ejemplo mostrar un mensaje de la fecha y hora de asistencia en la LCD 16x2 además la programación del lector biométrico para la identificación de la huella dactilar con la que registrara la asistencia teniendo así una conexión pertinente hacia la base de datos para realizar dichas tareas.

La programación realizada en Python dentro de la Raspberry PI involucra funciones mediante el uso del lector biométrico tales como el tomar asistencia, retardos y asistencia todo esto en función a los registros contenidos en la base de datos. Por ejemplo, en la Figura 4 mostramos dos casos primordiales en el que el alumno se encuentra involucrado dentro del sistema, la parte derecha de la Figura 4 muestra el caso en el que el alumno llega a su respectiva clase a la hora automática marcada tomando así su respectiva asistencia y mostrando en la LCD 16x2 un mensaje de 'PASSMatricula', entonces en la parte izquierda de la Figura 4 mostramos que el alumno no se encuentra inscrito al respectivo curso que se está tomando por lo que la LCD 16x2 desplegara un mensaje de advertencia sobre posible caso de su clase impartida.

El conjunto de los módulos implementados en la aplicación de escritorio y por otro lado de la tarjeta Raspberry PI permiten generar diferentes reportes e indicadores de desempeño en tiempo real, para así determinar los niveles de cumplimiento del estudiante y asistencia que hay por clase, los datos que permiten realizar un reporte son en base a los que se registraron junto a ello el sistema montado en la tarjeta Raspberry PI cuyos datos se almacenaron en la base de datos Oracle. Finalmente, el sistema de control de asistencia puede escalarse de forma óptima durante un plazo de tiempo considerable.





Figura 2. Registro de datos del estudiante.

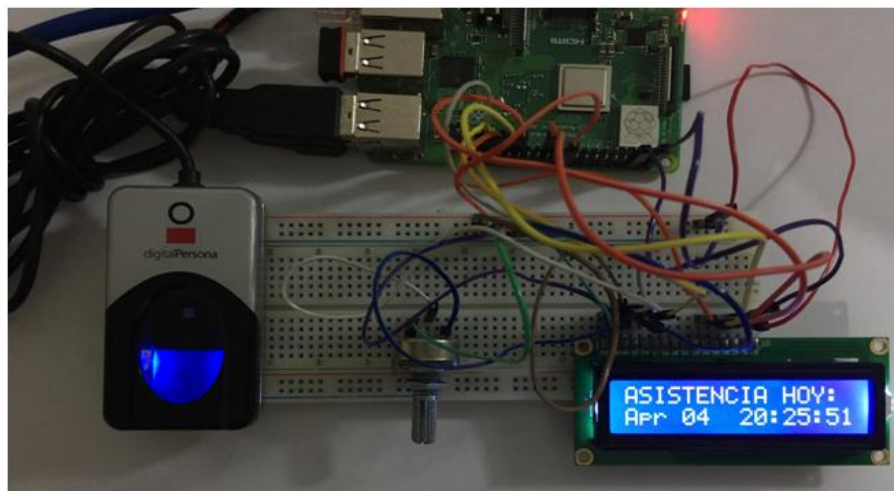


Figura 3. Prototipo de interfaz física para toma de asistencia.

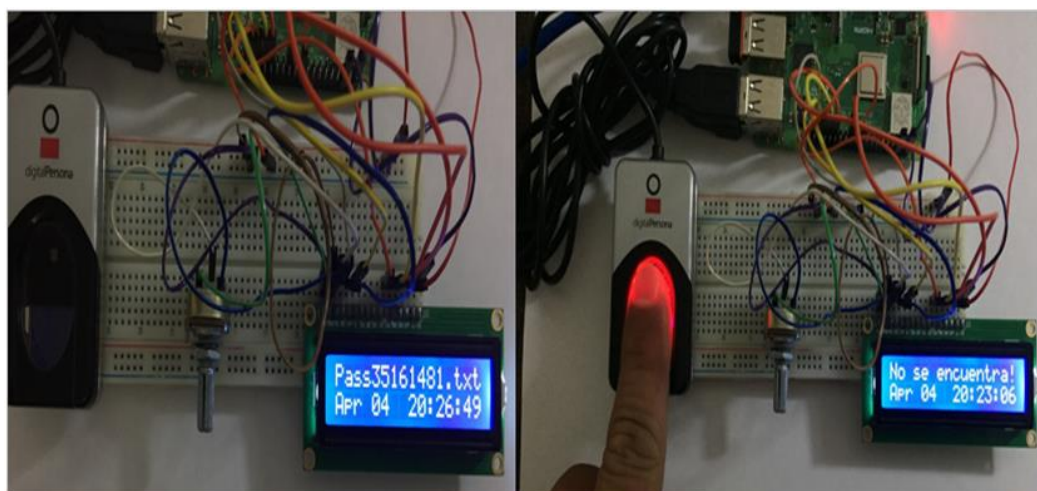


Figura 4. Casos de toma de asistencia del alumno.

Bajo el marco de trabajo de la funcionalidad de los prototipos presentados en esta sección, se debe recordar y tomar en cuenta la probabilidad y consideraciones de cambios futuros en cualquier diseño y desarrollo de software basándonos en Becerra (2018) y Weitzenfeld y Guardati (2007), que se ilustran a través de la Tabla 1. Las “interfaces” representan los elementos gráficos, la “funcionalidad” son las reglas del negocio (requisitos del usuario), los “datos” y “funciones” equivalen a los componentes internos que se usan para describir a los “objetos” (correspondientes a las estructuras de datos básicas de la programación orientada a objetos), en tanto que la “información” representa el dominio del problema en una aplicación. Cabe resaltar que la arquitectura del sistema debe distinguir entre elementos con mayor y menor probabilidad de cambios. De igual manera, el desarrollo del sistema de software debe contemplar un modelo de procesos en el que los componentes de mayor probabilidad de cambio no “arresten” a los más estables. Por ende, el catálogo de funcionamientos y herramientas proporcionadas por el prototipo(s) presentado(s) propician un cambio constante en su diseño para adecuarse a los momentos cambiantes del enfoque educativo presencial y en línea (no presencial).

Elemento	Probabilidad de cambio
Interfaces	Alta
Funcionalidades	Alta
Datos	Mediana
Funciones	Mediana
Objetos	Baja
Información	Baja

Tabla 1. Probabilidad de cambios futuros en el software de acuerdo con el tipo de elemento de diseño.

### Conclusiones

El tener implementado un sistema de control de asistencia dentro del aula de una institución educativa permite obtener un informe de asistencia de los alumnos, ofreciendo al profesor determinar el estado de desempeño de los estudiantes. De esta manera se puede tener el historial a través de los ciclos escolares de los estudiantes, obteniendo estadísticas y apoyo en proceso de tutoría. El sistema posteriormente permitirá migrar a nuevos tipos de mecanismos biométricos, como reconocimiento de voz. Este mismo sistema permite que se lleve un control eficiente sobre los registros falsos de asistencia que comúnmente se pueden llevar a cabo por otros medios manuales.

Se espera que paulatinamente el sistema sufra un crecimiento de uso y que su expansión permita que el sistema que ahorita es móvil, pueda llegar a convertirse en un sistema fijo por cada área de trabajo y centro de cómputo.

### Referencias

Becerra, A. (2018). “Aplicación gestora de contenidos de aprendizaje personalizados para un ambiente híbrido de tipo virtual-presencial,” Academia Journals Morelia.

CRUD. “What is CRUD?”, 2019, consultada el día 04 de abril de 2018. Dirección de Internet: <https://www.codecademy.com/articles/what-is-crud>

Oracle Database. “Introduction to the Oracle Database,” 2019, consultada el día 04 de abril de 2018. Dirección de Internet: [https://docs.oracle.com/cd/B19306\\_01/server.102/b14220/intro.htm](https://docs.oracle.com/cd/B19306_01/server.102/b14220/intro.htm)

Python. “What is Python? Executive Summary,” 2019, consultada el día 04 de abril de 2018. Dirección de Internet: <https://www.python.org/doc/essays/blurbl/>

Rouse, M. (2005). *What is Prototyping Model?*, consultada el día 25 de abril de 2018. Dirección de Internet: <https://searchcio.techtarget.com/definition/Prototyping-Model>.

Sommerville, I. (2001). *Software engineering*. Boston: Addison-Wesley.

Weitzenfeld, A. & Guardati, S. (2007). *Capítulo 12: Ingeniería de software: el proceso para el desarrollo de software. Libro: Introducción a la Computación*. México D.F: CENGAGE Learning.

### Notas Biográficas

El Dr. Aldonso Becerra Sánchez es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Es Ingeniero en Sistemas Computacionales, tiene la Maestría en Ingeniería con orientación en Computación, y tiene el título de Doctor en Educación por parte de la Universidad Autónoma de Durango. Además también tiene el título de Doctor en Ciencias de la Ingeniería por parte de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Emmanuel de Jesús Velásquez Martínez es alumno de la Licenciatura en Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

El Dr. Gustavo Zepeda Valles es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Es Ingeniero en Sistemas Computacionales, tiene la Maestría en Informática Administrativa, y título de Doctor en Educación por parte de la Universidad Autónoma de Durango.

El M. C. Uriel Ramírez-García Correa es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Es Licenciado en Sistemas Computacionales y Administrativos, tiene la Maestría en Ciencias por parte del Tecnológico de Monterrey.

El M. I. A. Santiago Esparza Guerrero es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Es Ingeniero Eléctrico, tiene la Maestría en Informática Administrativa por parte de la Universidad Autónoma de Durango.

# Diseño y desarrollo de una red de base radial para clasificar en tres zonas geográficas a los principales clientes de la empresa “El Barista”

Jonathan Bedolla Guzmán<sup>1</sup>, Dr. Roberto Baeza Serrato<sup>2</sup>

**Resumen** — El objetivo de la presente investigación es diseñar y desarrollar la estructura de una red neuronal de base radial en una hoja de cálculo de Excel, que por medio de patrones de entrenamiento le permitan clasificar automáticamente por zonas a los principales clientes de la empresa “El Barista”. La empresa en estudio es una cafetería ofreciendo bebidas y alimentos tipo gourmet, en el interior del establecimiento y entregas a domicilio. La metodología está integrada por 4 etapas: 1) Obtención de coordenadas geográficas mediante la herramienta de “Google Maps”, 2) Pre-procesamiento de coordenadas, 3) Clasificación por medio del algoritmo K-medias, 4) Entrenamiento de la red neuronal con algoritmo backpropagation. La estructura de la red integra dos neuronas en la capa de entrada, tres neuronas en la capa oculta y una neurona en la capa de salida. Los resultados obtenidos clasifican a los clientes en tres zonas geográficas representados como clusters.

**Palabras clave** — Red Neuronal, Algoritmo, K-medias, Backpropagation

## Introducción

La función de base radial se llama así porque el valor de la función es el mismo para todos los puntos que están a la misma distancia del centro. En la literatura, las redes de función de base radial tienen muchos usos extensos, incluyendo la clasificación. La formación de redes Radial Basis Function (RBF) suele ser más rápida que la formación de redes de perceptrón multicapa (MLP) Kumar et al, (2019).

El presente estudio lleva a cabo un proceso de automatización para los servicios logísticos que la empresa “El Barista” ofrece a sus clientes por medio de sus entregas a domicilio buscando mayor satisfacción de estos y estrategias efectivas para la reducción de costos de entrega.

La investigación se centra en el diseño y desarrollo de una red neuronal de base radial con el objetivo de clasificar en tres zonas geográficas (Noreste, Norte y Suroeste) a los principales clientes de la pequeña empresa que se ubica en el municipio de Uriangato al sur de Guanajuato, siendo esta la cafetería líder en la región con más de 10 años en el mercado.

Particularmente se clasifican los principales 15 clientes, que son quienes representan la mayor cantidad de ventas para el negocio y con base en los cuales se mantiene la mayor constancia de compra. Debido a que el negocio en estudio cuenta con servicios de entregas a domicilio los clientes mencionados demandan también el mayor flujo de pedidos y entregas por medio de este servicio. Por lo anterior se percibe la importancia que representa para la empresa contar con una clasificación geográfica automática que le otorgue la ventaja de gestionar tres grupos de clientes que se caractericen por su ubicación y su cercanía y que a su vez, mediante análisis particulares la empresa pueda destinar las rutas de entrega disponibles para cubrir las necesidades de cada grupo de clientes, generando así el beneficio de optimizar los viajes por vehículo y acaparando a cada grupo de clientes en una sola trayectoria.

La estructura de la red implementada para este caso de estudio se compone de dos neuronas en la capa de entrada (inputs), tres neuronas en la capa oculta (gaussianos) y una neurona en la capa de salida (outputs).

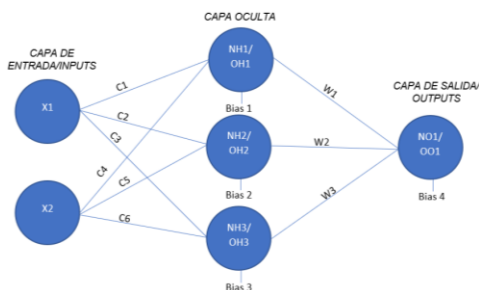


figura 1. Estructura de la Red Neuronal 2-3-1

<sup>1</sup> Jonathan Bedolla Guzmán, estudiante de la licenciatura en Gestión Empresarial en la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, Departamento de Estudios Multidisciplinarios, Yuriria Guanajuato, [j.bedollaguzman@ugto.mx](mailto:j.bedollaguzman@ugto.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Roberto Baeza Serrato es profesor investigador de la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, Departamento de Estudios Multidisciplinarios, Yuriria, Guanajuato, [r.baeza@ugto.mx](mailto:r.baeza@ugto.mx)

### Estado del arte

La red neuronal de base radial (RBF) es una red de avance de tres capas y se puede utilizar para identificar efectivamente el modelo no lineal Li, (2010). El aprendizaje de la red RBF fue presentado por primera vez por Moody y Darken. Consiste en ajustar los cuatro parámetros: el número de neuronas en la única capa oculta o el número de gaussianos, la posición de los centros de estos gaussianos, el ancho de estos gaussianos y el peso de las conexiones entre las neuronas ocultas y las neuronas de salida (Hjouji, 2019). Las redes neuronales de función de base radial (RBFNN) se utilizan para aproximar funciones complejas directamente desde los datos de entrada-salida con una estructura topológica simple (Jin y Li, 2007). Recientemente Roh, (2019) utilizó una función de base radial difusa (RBF) como clasificador de clusters y concluyó que la efectividad del sistema de clasificación RBFNN se ve mejorada al aplicar la importancia de cada patrón de datos y estimar los parámetros correspondientes. Por otro lado, Salazar et al, (2013) utilizó los algoritmos de arquitectura de Adaline y los sistemas difusos para clasificar las rocas de señal de datos y los metales, obtenidos a través del sónar. Callejas, (2013) presentó el diseño y la implementación de un sistema de control mediante la utilización de Redes Neuronales Artificiales (RNA) con aprendizaje no supervisado tipo SOM (Self-Organizing Maps) en un Arreglo de Compuertas Reconfigurable (FPGA) Spartan 6, con el propósito de determinar los efectos que tiene dicho sistema en el comportamiento de un robot móvil en la resolución de trayectorias tipo laberinto. Kumar et al, (2016) desarrolló una red de función de base radial retardada con tiempo focalizado (FTLRBFN) para conseguir un procesamiento temporal de la función de series de tiempo, sus resultados mostraron que la FTLRBFN es eficaz para aproximar cualquier función compleja de series de tiempo y que además reporta un promedio de error cuadrático medio menor que los obtenidos con otras redes neuronales. Por su parte Wu et al, (2013) presentó un controlador inteligente basado en redes neuronales de función de base radial como un modelo de mejora del control PID tradicional para identificar la perturbación de carga en línea de manera incierta, ajustando los parámetros oportunamente con capacidad de autoadaptación. Muneeswaran y Rajasekaran, (2016) desarrollaron una red neuronal de función de base radial (RBFN) basada en el algoritmo de optimización de semillas arbóreas (TSA) para la aplicación de la aproximación de función numérica con el objetivo de lograr una convergencia más rápida y también mejorar la capacidad de adaptación. Yeh et al, (2010) propone una red de función de base radial adaptativa (ARBFN) con parámetros de forma del núcleo, agregan pesos ajustables en la función del núcleo gaussiano en la capa oculta y ajustan la función del núcleo para una hiperelipse arbitraria para que se ajuste a diferentes formas de clasificación con el objetivo de aumenta en gran medida la precisión del RBFN tradicional. Kumar et al, (2019) utiliza el algoritmo dinámico de propagación hacia atrás para actualizar los parámetros de la estructura propuesta y para mejorar el rendimiento del algoritmo de aprendizaje, discreto. La red neuronal más utilizada y casi exclusivamente utilizada para aplicaciones comerciales es la red neuronal de propagación hacia atrás (BPNN). (Mitchel y Pavur, 2002). La aplicación de algoritmos genéticos como redes neuronales dirigidos a la clasificación es cada vez más utilizada en diversos campos de la ciencia. Con respecto a lo anterior Kou et al, (2008) utilizó una red neuronal probabilística para clasificar un tipo de virus de influenza humana. Por su parte Li et al, (2018) utiliza una red neuronal para clasificar las categorías de roca a partir de la señal de entrada donde el objetivo es clasificar rocas y sus minerales, concluye que el método basado en Neural Network (NN) muestra un gran potencial en la aplicación de la clasificación de mineral en tiempo real basada en electromagnético (EM) para el proceso de concentración previa de minerales.

### Descripción del método

#### Metodología

Enseguida se presenta la metodología cronológica que marca la pauta del presente estudio para su desarrollo general y particular, estructurando las partes de mayor relevancia para la elaboración de la red neuronal de base radial. Ver figura 2.



figura 2. Metodología descriptiva



### Resultados

Para poder comenzar a desarrollar la red neuronal de base radial se realiza el Pre-procesamiento de coordenadas mediante una función lineal con una escala de entre 0.1 y 2.9. Ver Tabla 1.

tabla 1. Pre-procesamiento de datos. Transformación de coordenadas a escala de 2.9 a 0.1.

		COORDENADAS	COORDENADAS	2.9	0.1			
	CLIENTES	X	Y	PENDIENTE	ORDENADA		2.9	0.1
Presidencia Municipal	1	20.152849	-101.171732		X	1	2.287463587	2.471585203
Hospital los Álamos	2	20.141199	-101.178046	72.82563462	-1465.356554	2	1.439044944	2.180536029
Hospital Regional	3	20.142308	-101.188021			3	1.519808573	1.720729961
Hospital comunitario	4	20.124337	-101.184052			4	0.211059093	1.903684375
Denis	5	20.140574	-101.183068		Y	5	1.393528922	1.949042688
Despacho Contable	6	20.140239	-101.180413	PENDIENTE	ORDENADA	6	1.369132335	2.07142716
CAISES Uriangato	7	20.16126	-101.162438	46.09584643	4666.068207	7	2.9	2.9
Paraíso Rangel	8	20.138438	-101.179086			8	1.237973367	2.132596349
Liliana	9	20.136958	-101.187912			9	1.130191427	1.725754408
Eduardo Fernández	10	20.149464	-101.176333			10	2.040948814	2.259498214
Mercado Uriangato	11	20.136925	-101.188593			11	1.127788181	1.694363136
Ivonne	12	20.124467	-101.186036			12	0.220526425	1.812230216
David Pantoja	13	20.139538	-101.223181			13	1.318081565	0.1
Pamela Díaz	14	20.122812	-101.168955			14	0.1	2.599593369
Radio Alegría	15	20.142816	-101.18296			15	1.556803995	1.954021039

#### Algoritmo K-medias

Al contar con los datos codificados se procede a la resolución de la red neuronal. Para un óptimo desarrollo de la red, la estructura se divide en dos partes, cada parte se resuelve de forma diferente. La primera mitad de la red, que se compone de la capa de entrada, los centros y la capa oculta (gaussianos), se resuelve por medio del algoritmo K-medias que se resuelve mediante la metodología siguiente: 1) Cálculo de las distancias euclidianas entre las entradas y los gaussianos. Ver Tabla 2. 2) Clasificación de distancias (1= distancia menor y 0= distancia mayor). Ver Tablas 2 y 3. 3) Cálculo de centros mediante función “Promedio Si conjunto” de Excel. Ver Tablas 2 y 3. 4) Se calculan varias iteraciones con la finalidad de encontrar aquellas que coincidan con los mismos resultados tanto en los centros como en las distancias euclidianas. 5) Clasificación por grupos A, B y C. Ver Tabla 4. 6) Graficar en plano 2D los centros finales y los grupos de clientes que clasifica cada centro. Ver Grafica 1.

Tabla 2. Cálculo de distancias euclidianas y centros

			ITERACIÓN 1					
	COORDENADAS		CENTRO 1		CENTRO 2		CENTRO 3	
	X	Y						
1	2.28746358	2.4715852	1.4390449	2.1805360	0.2110590	1.9036843	1.3691323	2.071427
2	1.43904494	2.1805360	0	1	1.2588074	0	0.1295859	0
3	1.51980857	1.7207299	0.4668451	0	1.3214755	0	0.3816960	1
4	0.21105909	1.9036843	1.2588074	0	0	1	1.1701586	0
5	1.39352892	1.9490426	0.2359255	0	1.1833394	0	0.1247924	1
6	1.36913233	2.0714271	0.1295859	0	1.1701586	0	0	1
7	2.9	2.9	1.6285017	1	2.8675857	0	1.7407150	0
8	1.23797336	2.1325963	0.2067075	0	1.0521186	0	0.1447216	1
9	1.13019142	1.7257544	0.5497425	0	0.9361961	0	0.4202170	1
10	2.04094881	2.2594982	0.6070611	1	1.8641619	0	0.6976446	0
11	1.12778818	1.6943631	0.5772736	0	0.9403231	0	0.4476877	1
12	0.22052642	1.8122302	1.2729636	0	0.0919428	1	1.1774882	0
13	1.31808156	0.1	2.0840494	0	2.1163119	0	1.9720880	1
14	0.1	2.5995933	1.4030860	0	0.7047151	1	1.3746477	0
15	1.55680399	1.9540210	0.2552963	0	1.3466859	0	0.2213703	1



Tabla 3. Cálculo de distancias euclidianas, centros y búsqueda de igualdades

ITERACIÓN 2						ITERACIÓN 3					
CENTRO 1		CENTRO 2		CENTRO 3		CENTRO 1		CENTRO 2		CENTRO 3	
2.40947	2.54	0.17719	2.10	1.34359	1.72	2.16686	2.45290	0.17719	2.10516	1.33166	1.66849
0.14172	1	2.14184	0	1.20320	0	0.12203	1	2.14184	0	1.24840	0
1.03615	0	1.26409	0	0.46505	1	0.77711	0	1.26409	0	0.52318	1
1.21192	0	1.39656	0	0.17627	1	0.97711	0	1.39656	0	0.19526	1
2.28967	0	0.20431	1	1.14648	0	2.03145	0	0.20431	1	1.14501	0
1.17717	0	1.22631	0	0.22916	1	0.92299	0	1.22631	0	0.28729	1
1.14251	0	1.19241	0	0.34698	1	0.88425	0	1.19241	0	0.40467	1
0.60627	1	2.83644	0	1.94990	0	0.85870	1	2.83644	0	1.99406	0
1.24153	0	1.06113	0	0.42068	1	0.98256	0	1.06113	0	0.47346	1
1.51841	0	1.02574	0	0.21340	1	1.26626	0	1.02574	0	0.20945	1
0.46537	1	1.87013	0	0.87839	0	0.23078	1	1.87013	0	0.92324	0
1.53755	0	1.03556	0	0.21802	1	1.28649	0	1.03556	0	0.20551	1
2.30792	0	0.29612	1	1.12642	0	2.04907	0	0.29612	1	1.12039	0
2.67633	0	2.30701	0	1.62558	1	2.50131	0	2.30701	0	1.56855	1
2.31014	0	0.50041	1	1.52012	0	2.07206	0	0.50041	1	1.54400	0
1.03670	0	1.38786	0	0.31262	1	0.78807	0	1.38786	0	0.36361	1

Tabla 4. Clasificación de clientes por grupos A, B y

GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
2.287	2.471	0	0	0	0
0	0	0	0	1.439	2.180
0	0	0	0	1.519	1.720
0	0	0.211	1.903	0	0
0	0	0	0	1.393	1.949
0	0	0	0	1.369	2.071
2.9	2.9	0	0	0	0
0	0	0	0	1.237	2.132
0	0	0	0	1.130	1.725
2.040	2.259	0	0	0	0
0	0	0	0	1.127	1.694
0	0	0.220	1.812	0	0
0	0	0	0	1.318	0.1
0	0	0.1	2.599	0	0
0	0	0	0	1.556	1.954



Gráfica 1. Clasificación de clientes por algoritmo K-medias

Patrones de Entrenamiento; algoritmo Backpropagation

La siguiente etapa en la solución de la red corresponde al desarrollo de los patrones de entrenamiento para las coordenadas de los 15 clientes mediante el algoritmo backpropagation, se calculan los valores de las **3 neuronas** que conforman la capa oculta. Para este cálculo se incluye una función exponencial y una diferencia potencial a la formula original de la distancia euclidiana. Dicha formula está dada por:

$$N = EXP(-POTENCIA((RAÍZ(X - Y)^2 + (X_1 - Y_1)^2), 2))$$

DONDE: X= Latitud de cada cliente

Y= Longitud de cada cliente

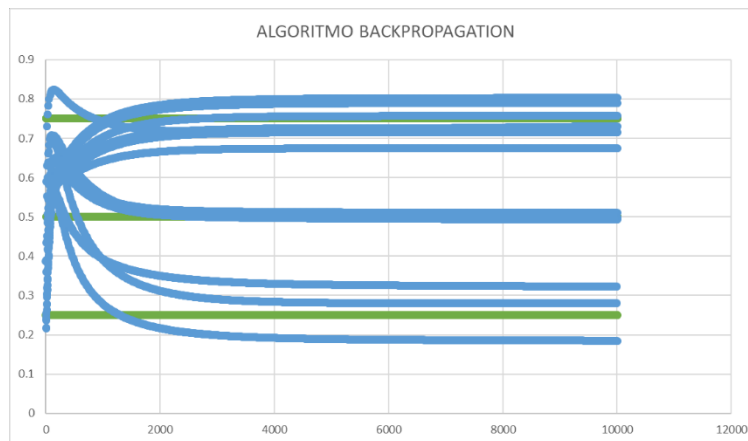
X<sub>1</sub>= Coordenada X del Centro 1 (El subíndice indicará la coordenada X de los tres centros correspondientes)

Y<sub>1</sub>= Coordenada Y del Centro 1 (El subíndice indicará la coordenada Y de los tres centros correspondientes)

	NEURONA 1	NEURONA 2	NEURONA 3	W1	W2	W3	BIAS	AGREGACIÓN	F. DE ACTIVACIÓN	T	G. DEL ERROR	G. DE F. ACTIVACIÓN
1	0.980	0.010	0.235	-2	2	-2	-2	-4.41009	0.012	0.250	-0.237	0.980
2	0.341	0.202	0.805	-1.99	2.001	-1.999	-1.999	-3.88887	0.020	0.750	-0.729	0.341
3	0.230	0.142	0.969	-1.99	2.073	-1.996	-1.995	-4.10699	0.016	0.750	-0.733	0.230
4	0.005	0.959	0.268	-1.99	2.011	-1.994	-1.992	-0.61968	0.349	0.500	-0.150	0.005
5	0.250	0.222	0.948	-1.99	2.009	-1.991	-1.984	-3.92715	0.019	0.750	-0.730	0.250
6	0.271	0.241	0.886	-1.99	2.010	-1.988	-1.980	-3.80000	0.021	0.750	-0.728	0.271
7	0.692	0.003	0.022	-1.99	2.011	-1.985	-1.976	-3.40223	0.032	0.250	-0.217	0.692
8	0.214	0.324	0.837	-1.99	2.011	-1.985	-1.975	-3.41295	0.031	0.750	-0.718	0.214
9	0.099	0.349	0.955	-1.99	2.012	-1.980	-1.969	-3.35774	0.033	0.750	-0.716	0.099
10	0.805	0.030	0.462	-1.99	2.014	-1.974	-1.963	-4.42026	0.011	0.250	-0.238	0.805
11	0.094	0.342	0.953	-1.99	2.014	-1.974	-1.963	-3.34381	0.034	0.750	-0.715	0.094
12	0.004	0.916	0.281	-1.99	2.016	-1.968	-1.957	-0.67291	0.337	0.500	-0.162	0.004
13	0.000	0.004	0.071	-1.99	2.025	-1.966	-1.948	-2.07979	0.111	0.750	-0.638	0.000
14	0.004	0.778	0.099	-1.99	2.025	-1.965	-1.932	-0.56024	0.363	0.500	-0.136	0.004
15	0.341	0.145	0.906	-1.99	2.031	-1.964	-1.924	-4.08982	0.016	0.750	-0.733	0.341

Al obtener los valores de las neuronas en la capa oculta se procede a resolver la última etapa del desarrollo de la red neuronal de base radial mediante el algoritmo Backpropagation, obteniendo todos los cálculos de los pesos y gradientes de izquierda a derecha (propagación hacia adelante) para después obtener los cálculos de derecha a izquierda que corresponden a los ajustes de todos los pesos y gradientes anteriores mediante sus primeras derivadas. Una parte esencial en el desarrollo de este algoritmo es el establecimiento del *Target* el cual representa la clasificación que nosotros deseamos como resultado. Para fines del presente estudio se establecieron los valores de **0.75**, **0.5** y **0.25** que representan las tres zonas geográficas de los clientes, *Noreste*, *Sur* y *Suroeste* respectivamente. Ver Tabla 5.

Finalmente se grafican los valores de la *función de activación* en relación con los valores del *Target* mediante dos series diferentes. Dicha gráfica representa la clasificación de clientes y no es necesario repetir el proceso. Ver Gráfica 3.



Gráfica 2. Clasificación de clientes mediante algoritmo Backpropagation

### Comentarios finales

#### Conclusiones

La clasificación por medio de una red neuronal de base radial aporta a la empresa en estudio una ventaja competitiva demasiado fuerte con respecto a la competencia. Al utilizar las tecnologías de la información en los procesos comerciales se genera un gran número de beneficios para las empresas y para los clientes.

La red neuronal de base radial representa para la empresa en estudio la aplicación de la inteligencia artificial ideal para clasificar a sus principales 15 clientes de una manera óptima y sin fallas, con el objetivo de establecer las tres zonas geográficas ya mencionadas que representan las zonas más comerciales para la empresa cafetera, mismas que se deben de atender de una manera especial que implique eficiencia y calidad en el servicio de entregas. Lo anterior se puede conseguir analizando el presente estudio y basándose en los resultados obtenidos es posible tomar las mejores decisiones en cuanto a la distribución de rutas optimas, sabiendo cuales son los clientes que se agrupan en cada zona y con esto aprovechar de mejor manera los viajes de la empresa en la repartición de sus productos.

Los resultados obtenidos muestran la eficacia que proporciona el desarrollo de una red neuronal en cuanto a la clasificación de los clientes propuestos. Con base en la gráfica del algoritmo K-medias donde se muestra la clasificación por medio de centroides se concluye que la red clasifica 3 clientes en la zona Suroeste, 3 clientes en la zona Noreste y 9 en la zona Sur, ofreciendo con esto un margen estratégico de mayor nivel a la empresa.

Es necesario puntualizar y agradecer al dueño y al subgerente de la empresa cafetera “El Barista” por su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo, de no haber proporcionado los datos actualizados no hubiera sido posible el desarrollo del presente estudio.

La presente herramienta puede adaptarse y desarrollarse en cualquier MYPIME e incluso grandes empresas que busquen, un mejoramiento en sus procesos industriales incursionando en el campo vanguardista de la inteligencia artificial.

Por último, cabe mencionar que el presente trabajo puede servir como base para estudios posteriores relacionados con el desarrollo de redes neuronales con función radial dirigidas a la clasificación, aportando además una nueva aplicación dentro del estado del arte.

## Referencias

- Wu1 W., Zhong S. y Zhou G., (2013) “A Study on PID Intelligent Optimization based on Radial Basis Function Neural Networks” en *IEEE Electronic Library*. 2013, 978-1-4799-2860-6/13 ©2013 IEEE, pp. 4.
- Roh S-B., Oh S-K., Pedrycz W., Seo K y Fu Z., (2019) “Design methodology for Radial Basis Function Neural Networks classifier based on locally linear reconstruction and Conditional Fuzzy C-Means clustering” en *Elsevier ScienceDirect*. 2019, International Journal of Approximate Reasoning, 106, March 2019, pp. 228-243.
- Hjouji A., El-Mekkaoui J., Jourhmane M., Qjidaa H. y Bouikhalene B., (2019) “Image retrieval and classification using shifted Legendre invariant moments and Radial Basis Functions Neural Networks” en *Elsevier ScienceDirect*. 2019, Procedia Computer Science, 148, pp. 154-163.
- Salazar C., Luis A.I., Aldana M., D. J.I., Montes C. y Juan A., (2013) “Implementación de redes neuronales y lógica difusa para la clasificación de patrones obtenidos por un Sónar” en *IEEE Electronic Library*. 2013, 978-1-4799-2471-4/13 ©2013 IEEE, pp. 6.
- Callejas I., Piñeros J., Rocha J., Hernández F. y Delgado F., (2013) “Implementación de una Red Neuronal Artificial tipo SOM en una FPGA para la resolución de trayectorias tipo laberinto” en *IEEE Electronic Library*. 2013, 978-1-4799-2471-4/13 ©2013 IEEE, pp. 6.
- Muneeswaran V. y Pallikonda D.R.M., (2016) “Performance Evaluation of Radial Basis Function Networks Based on Tree Seed Algorithm” en *IEEE Electronic Library*. 2016, International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies [ICCPCT], pp. 4.
- Yeh1 I-C., Zhang X-Y., Wu C. y K-c Huang, (2010) “Radial Basis Function Networks with Adjustable Kernel Shape Parameters” en *IEEE Electronic Library*. 2010, Proceedings of the Ninth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Qingdao, 11-14 July, pp. 4.
- Li X., (2010) “Study on Traffic Signal Control Base on Radial Basis Function” en *IEEE Electronic Library*. 2010, 978-0-7695-4252-2/10 © 2010 IEEE, DOI 10.1109/ICOIP.2010.338, pp. 4.
- Kumar R., Srivastava S y Gupta J.R.P., (2016) “Time Series Prediction Using Focused Time Lagged Radial Basis Function Network” en *IEEE Electronic Library*. 2016, International Conference on information Technology (InCITe) – The next Generation It summit, pp. 4.
- Jin N y Liu D., (2008) “Wavelet Basis Function Neural Networks for Sequential Learning” en *IEEE Electronic Library*. 2008 IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS, VOL. 19, NO. 3, MARCH, pp. 6.
- Mitchell D. y Pavur R., (2002) "Using modular neural networks for business decisions", en *Emerald Insight*. 2002, Management Decision, Vol. 40 Issue: 1, pp.58-63.
- Kou Z., Zhou Y. y Qiang X., (2008) "Human influenza: a virus classification using a probabilistic neural network", en *Emerald Insight*. 2008, Kybernetes, Vol. 37 Issue: 9/10, pp.1425-1430.
- Li M., Caushaj A., Silva R. y Lowther D., (2018) "A neural network for electromagnetic based ore sorting", en *Emerald Insight*. 2018, COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering, Vol. 37 Issue: 2, pp.691-703.

# Fuentes de financiamiento a Mi Pymes del Estado de México; estudio de caso tres microempresas

Lucia Beltrán Castillo<sup>1</sup>, José Osvaldo Zapata Gómez<sup>2</sup>,

## Resumen

En México según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) y el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT), que presentan la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) 2015, de poco más de 4 millones de empresas existentes en México durante 2014, el 97.6% son microempresas y concentran el 75.4% del personal ocupado total, seguidas por las empresas pequeñas con el 2.0% y el 13.5% y las medianas que representan el 0.4% y el 11.1%, respectivamente mismas que generan en conjunto el 52% del Producto Interno Bruto Nacional<sup>3</sup>.

Existen diferentes fuentes de financiamiento para este tipo de empresas, las cuales en su mayoría se mantienen en el mercado apoyadas por financiamiento propio o microcréditos que les permite sobrevivir o crecer.

El financiamiento a las micro, pequeñas y medianas empresas, ocupa sin lugar a dudas un espacio importante en la agenda y planes de desarrollo, a nivel federal, regional, estatal y municipal, ya que es uno de los principales vehículos mediante el cual se puede apoyar para la supervivencia y crecimiento. En México el financiamiento no solo puede ser utilizado por personas físicas, sino también por entidades morales que así lo necesiten. Este trabajo presenta la manera en la cual tres microempresas del Estado de México ubicadas en diferentes municipios, financian sus actividades. Mediante una investigación documental que explica los tipos de financiamiento a Mi Pymes y un estudio cualitativo que permite identificar las características peculiares de cada empresa.

**Palabras clave:** Financiamiento, Mi pymes

## Introducción

Las empresas requieren de financiamiento para llevar a cabo estrategias de; sus operaciones, inversión y financiamiento Baca (2006) menciona que una empresa está financiada cuando ha pedido capital en préstamo para cubrir cualquiera de sus necesidades económicas. Esto indica que el financiamiento es el conjunto de recursos monetarios necesarios para llevar a cabo determinada actividad económica, con la característica que generalmente se trata de sumas tomadas a préstamo que complementan los recursos propios de capital.<sup>4</sup> En México las fuentes de financiamiento para las micro pequeñas y medianas empresas pueden ser de corto plazo; mediante pagarés, créditos bancarios, créditos comerciales, líneas de crédito, papeles comerciales, financiamiento por medio de las cuentas por cobrar entre otros; o de largo plazo; mediante algunas obligaciones contraídas por la empresa con terceros y que vencen en un plazo no mayor a cinco años pagando en cuotas periódicas y el balance del efecto general es el desdoblamiento de la deuda en partes. Cada tipo de financiamiento de acuerdo con las características y políticas de la estructura de capital que tiene cada empresa. Las empresas eligen y deciden la mezcla de deuda y capital que desean tener para financiar sus activos. La política de estructura de capital implica para ellas una compensación entre el riesgo y el rendimiento. Entre más deuda más riesgo del flujo de utilidades de la empresa, pero una razón de deuda más alta por lo general siempre lleva a una tasa de rendimiento esperada más alta. De acuerdo con Besley y Brigham (2016), *“Por lo tanto la estructura de capital óptima es aquella que ofrece un equilibrio entre riesgo y rendimiento para alcanzar la meta última de maximizar el precio de las acciones<sup>5</sup>”*.

En México sólo una tercera parte de la población económicamente activa tiene capacidad para contratar un crédito en el Sistema Financiero Nacional y esta restricción es mayor para el financiamiento de la inversión empresarial. Es por ello que bajo estas condiciones han surgido instituciones de micro financiamiento en nuestro país dedicadas a financiar proyectos productivos creando sus propios mecanismos de financiamiento y mercados informales de crédito con bajos niveles de capitalización. Ejemplo de este tipo de intermediarios son: las cajas populares, las sociedades de ahorro y préstamo, las uniones de crédito, los bancos populares y otras instituciones

<sup>1</sup> La M. en A.N. Lucia Beltrán Castillo está adscrita a la Subdirección de Posgrado e Investigación y a la División de la Licenciatura en Administración del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán luzfe13yahoo.com.mx

<sup>2</sup> El Ingeniero Osvaldo Zapata Gómez es estudiante del 4to Semestre de la Maestría en Administración del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán

<sup>3</sup> Información obtenida de la Encuesta Nacional Sobre la Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas 2015 <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encuestablecimientos/especiales/enaproce/2015/>

<sup>4</sup> Baca, U. (2006). Evaluación de proyectos (7ma. ed.) México: McGraw Hill interamericana.

<sup>5</sup> Besley Scott, Brigham Eugene F., (2016) Administración Financiera, Cengage Learning, México, Cap.12 Estructura de capital pp 474-476

micro financieras. Para las pequeñas empresas el financiamiento es parte esencial en su ciclo de vida, por eso es importante que el acceso al crédito tenga menos complicaciones.<sup>6</sup>

Proveedores	Esta fuente de financiamiento es la más común y frecuente que utilizan las empresas en nuestro país.
Crédito Bancario Banca Comercial, de desarrollo y extranjera	Es un tipo de financiamiento a corto plazo que las empresas obtienen por medio de la banca comercial con los cuales establecen relaciones funcionales.
Arrendamiento y su utilización	Otra forma de financiamiento es el arrendamiento que es un contrato que se negocia entre el propietario de los bienes (acreedor) y las empresas (arrendatario), a las cuales se les permite el uso de esos bienes durante un período determinado y mediante el pago de una renta específica.
Empresas de factoraje	Es una alternativa que permite disponer anticipadamente de las cuentas por cobrar.
Casas de Bolsa	Una casa de bolsa es una institución financiera que se encarga de realizar la intermediación bursátil, esto es, lleva a cabo operaciones de correturía, de comisión u otras tendientes a poner en contacto la oferta de valores (acciones y endeudamiento: pagarés, obligaciones, bonos de prenda, certificados de participación, certificados de depósito, bonos bancarios de desarrollo, títulos opcionales, certificados bursátiles, gubernamentales, con la demanda de los mismos.
Apoyos Gubernamentales	Organismos como empresas de consultoría, Secretaría de economía, Bancomext y Nacional Financiera con más de un programa para Mipymes pero el obstáculo radica en el que el esfuerzo que debe hacerse en la propagación de dichos apoyos para que realmente sean conocidos y solicitados por los gerentes o dueños de las empresas siendo una fuente de negocio que puede brindar más utilidades

**Tabla 1. Fuentes de Financiamiento de las empresas**

	<b>Políticas públicas</b>	<b>Apoyos federales</b>
<b>Micro</b>	Para la aplicación de las políticas públicas, la Subsecretaría para la Pequeña y Mediana Empresa (SPYME), ha desarrollado el “Programa Nacional de Microempresas”. Este programa apoya a los empresarios con: a) capacitación grupal y consultoría in situ, b) homologación de imagen y c) financiamiento para quienes proporcionen los documentos legales completos. De acuerdo al último Censo Económico publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del universo de unidades económicas en México: a) el 95.2% son microempresas, b) generan el 45.6% del empleo, y c) contribuyen con 15% del	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asesoría Financiera PyME.</li> <li>2. Centros México Emprende.</li> <li>3. Comisión Mixta para la Promoción de las Exportaciones.</li> <li>4. Fideicomiso México Emprende (Sistema Nacional de Garantías).</li> <li>5. Fideicomiso para el Desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales para la Industria Petrolera Estatal</li> <li>6. Fondo de Innovación Tecnológica.</li> <li>7. Mercado de Deuda para Empresas</li> <li>8. Parques industriales</li> <li>9. Parques Tecnológicos</li> <li>10. Premio Nacional de Calidad</li> <li>11. Premio Nacional de Exportación</li> <li>12. Premio Nacional de Tecnología e Innovación</li> <li>13. Programa de Apoyo a Mipymes Siniestradas por Desastres Naturales</li> <li>14. Programa Benchmarking</li> <li>15. Programa de Capacitación y Consultoría</li> <li>16. Programa de Competitividad en Logística y Centrales de Abasto</li> <li>17. Programa de Desarrollo de Intermediarios Financieros</li> </ol>

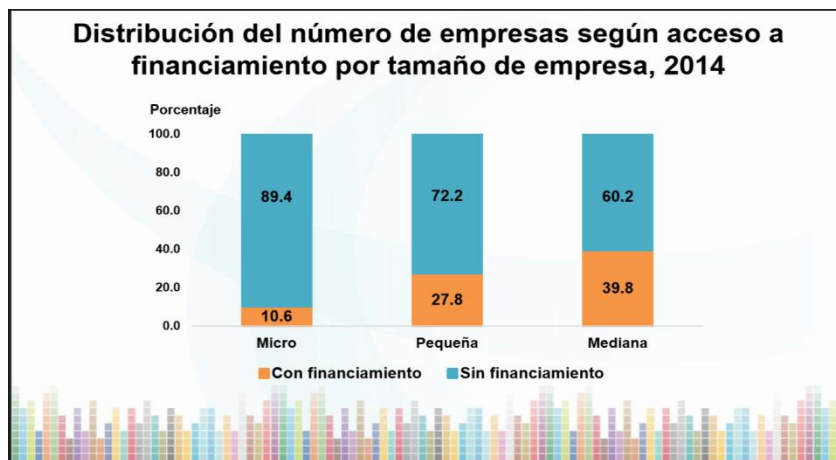
<sup>6</sup> Ixchop Ajtun David Estuardo, (2014), Fuentes de financiamiento de pequeñas empresas del sector confección de la ciudad de Mazatenango, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Guatemala.

	valor agregado de la economía.	<p>Especializados</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>18. Programa de Empresas Integradoras</li> <li>19. Programa de Proyectos Productivos</li> <li>20. Programa Nacional de Empresas Gacela</li> <li>21. Programa Nacional de Franquicias</li> <li>22. Programa Nacional de Microempresas</li> <li>23. Programa Pymexporta</li> <li>24. Sistema Nacional de Orientación al Exportador</li> </ol>
--	--------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

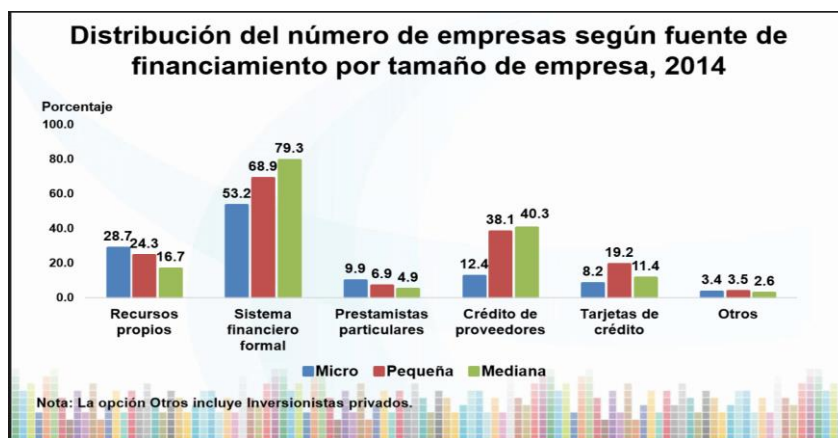
**Tabla 2: Programas Federales de apoyo a la micro empresa, 2017**

Como muestra la tabla uno, los programas de financiamiento a micro empresas a nivel federal existen, pero nacionalmente y de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en el último censo de ENAPROCE<sup>7</sup> existe un alto grado de desconocimiento que se tiene de los programas enfocados al desarrollo de las mismas.

Como se observa en las gráficas uno y dos la ENAPROCE describe que la distribución del número de empresas según su acceso a financiamiento por tamaño fue únicamente del 10.6 para las microempresas, mientras que la distribución del número de empresas según fuente de financiamiento por tamaño de empresa expresa que el 28.7 de microempresas se financia por recursos propios, 53.3 mediante el sistema financiero formal, 9.9 mediante prestamistas particulares, 12.4 por crédito de proveedores, 8.2 mediante tarjetas de crédito y el 3.4 mediante otros tipos de financiamiento.



**Gráfica 1. Distribución del número de empresa según acceso a financiamiento**



**Gráfica 2. Distribución del número de empresas según fuente de financiamiento**  
Descripción del método

<sup>7</sup> Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas



Se realiza una investigación de tipo documental y cualitativa apoyada en un estudio de caso, destacando las diferencias sutiles que existen en cada una de las empresas, la secuencia de su crecimiento en su contexto y giro comercial, el tiempo de permanencia en el mercado y el tipo de financiamiento que han utilizado desde su creación. La presente es una investigación cualitativa apoyada en el estudio de caso; una búsqueda documental de los micro-financiamientos en México, para posteriormente trabajar en campo e investigar el financiamiento de las empresas Impresos MCM, Graduaciones Castillo, y Fryaso, pertenecientes a los Municipios michiquenses de Nezahualcóyotl, Chimalhuacán y Texcoco.

**Objetivo**

Identificar y evaluar el tipo de financiamiento de tres Mi-pymes del Estado de México.

**Hipótesis del trabajo**

H1. El micro financiamiento apoya a la sobrevivencia del tipo de empresas estudiadas

H2. El micro financiamiento no apoya a la sobrevivencia del tipo de empresas estudiadas

**Preguntas de investigación**

¿Existirán fuentes de micro-financiamiento a Mi-Pymes en México que permitan su sobrevivencia o crecimiento en el mercado?

¿El micro financiamiento apoya a la sobrevivencia o crecimiento de las Mi-Pymes en el Estado de México?

¿Existe el apoyo con micro financiamiento a las Mi-Pymes del Estado de México?

Como se observa en la tabla tres para esta investigación se consideró una muestra aleatoria, con empresas de diferentes giros, cada una de ellas ubicadas en los municipios de; Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, y a las cuales los microempresarios permitieron aplicar el instrumento y técnica de investigación.

Nombre de la empresa	Impresos MCM	Fryaso	Graduaciones Castillo
Municipio	Nezahualcóyotl	Texcoco	Chimalhuacán
Inicio de actividades	1983	1991	2011
Régimen fiscal	Persona física con actividad empresarial y profesional	Persona física con incorporación fiscal	Persona física con incorporación fiscal
Giro	Industria de las artes gráficas sector terciario prestadores de servicios de impresión y publicidad	Servicios Mantenimiento en refrigeración	Servicios
Tamaño	Micro empresa	Micro empresa	Micro empresa
Número de empleados	10	4	10
Dirección	Calle Arandas no. 140 Col. Benito Juárez, Cd. Nezahualcóyotl,	Texcoco Av. Juárez Sur 339-B	Cda. Sor Juana Inés de la Cruz Mza. 3 Lote 11
Contacto	Ing. Osvaldo Zapata Gómez	Ing. Orlando Terrazas Franco	L.I.A. Adriana Prado Castillo
Inversión Inicial	\$1,000, 000	\$40,000.00	\$50,000.00

**Tabla 3. Descripción de las empresas estudiadas**

**Medios de investigación:**

Como se describe en la tabla cuatro, se diseñó una entrevista que consta de tres apartados mismos que cuentan con ítems específicos que permitieron identificar y analizar a estas microempresas.

Apartado	Características	Preguntas
1	Características de la empresa	5
2	Gastos e ingresos	8
3	Financiamiento y solicitudes de crédito de la empresa	3

**Tabla 4. Diseño de la entrevista**

## Resultados

De acuerdo con la investigación y evidencia presentada, sí existen diferentes fuentes de micro-financiamiento a Mi-Pymes en el Estado de México que permiten su sobrevivencia o crecimiento en el mercado, destacando que el desconocimiento de los programas y la tramitología evita que los microempresarios accedan a ellos.

El micro financiamiento de acuerdo con la evidencia obtenida, no necesariamente apoya a la sobrevivencia o crecimiento de las Mi-Pymes observadas en este estudio, dado que en la muestra, las respuestas de los microempresarios fueron negativas sobre financiamiento y solicitudes de crédito, efectivamente reconocen que existen y conocen sobre los apoyos financieros municipales, estatales y federales y en caso de necesitar financiamiento lo buscarían en instituciones bancarias comerciales pero dado el giro y el posicionamiento que han adquirido en el transcurso de los años no ha sido necesario solicitarlo. En la pregunta referente a fuentes de financiamiento con recursos propios los microempresarios mencionaron que se ha dado por la reinversión que realizan de manera constante para mantener activa la empresa. Como se observa en la tabla cuatro, las microempresas estudiadas son de diferentes giros y se puede mencionar que han rebasado la barrera de los tres años que se asegura en la mayor parte de este tipo de empresas Impreso MCM con 36 años es una microempresa posicionada y reconocida en la zona y es herencia familiar de ya de dos generaciones; Fryaso de la misma manera en la zona central de Texcoco es ya una micro empresa con 28 años de permanencia; y Graduaciones Castillo la más joven cuenta ya con ocho años en el mercado. Cabe destacar que estas empresas son administradas por familias padres, hijos y hermanos intervienen en algún proceso de la producción y también quienes la dirigen cuenta con estudios universitarios. Es importante destacar que una muestra más amplia podría arrojar resultados diferentes. .

## Conclusiones preliminares

Las Mi-Pymes representan una parte importante del tejido empresarial en México, son generadoras de empleo e influyen en el desarrollo regional. Las micro, pequeñas y medianas empresas Mi-Pymes son esenciales para la economía de un país, representan una parte importante del tejido empresarial y generan empleos. El acceso a recursos financieros resulta fundamental para que estas empresas operen en condiciones competitivas. Las fuentes principales de financiamiento de las Mi-Pymes en nuestro país, son los fondos propios seguidos por el crédito de proveedores y el crédito bancario. Esto debido a que las micro pequeñas y mediana empresa se caracterizan por tener muchas restricciones al acceso de los créditos bancarios, debido a que con la información asimétrica que se tiene conlleva a una mala valuación de la banca comercial encareciendo los créditos, mismos que sirven para sostener inversiones en activos fijos y de trabajo y generar empleos (Vázquez, 2013).

## Bibliografía

- Baca, U. (2006). Evaluación de proyectos (7ma. ed.) México: Mcgraw Hill interamericana.
- Besley Scott, Brigham Eugene F., (2016) Administración Financiera, Cengage Learning, México, Cap.12 Estructura de capital pp 474-476
- Erickson, (1986), "Qualitative Methods in Research on Teaching",
- Ixchop Ajtun David Estuardo, (2014), Fuentes de financiamiento de pequeñas empresas del sector confección de la ciudad de Mazatenango, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Guatemala.
- López Martínez María de los Ángeles, (2009), Análisis estadístico del financiamiento a las Pymes en México (1998 A 2008), Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional
- Stake, Investigación con estudios de caso, Ediciones Morata S.
- Vázquez Tovilla Jorge Luis (2013), Instrumentación de créditos para Mi pymes a través de un portafolio de credit default swaps en México, Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional

## Infografía

Encuesta Nacional Sobre la Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas 2015  
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enestablecimientos/especiales/enaproce/2015/>  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/encuestas/establecimientos/otras/enaproce/de>

# CONOCIMIENTO Y ACTITUD DE LA SOCIEDAD MORELIANA ANTE EL TEMA DE LAS PARAFILIAS

Mónica María Benítez Munguía<sup>1</sup>, Dra. Lizbeth de Jesús González López MA<sup>2</sup>, Dra. Luz Anita Gallardo Balderas<sup>3</sup>,  
Mtra. Erika Argandar Mota<sup>4</sup> y Lic. Marbella Baños Rangel<sup>5</sup>

**Resumen**—En este artículo se propuso explicar la gran mayoría de las parafilias existentes, así como definir y hacer hincapié en las más comunes actualmente; además de mostrar los resultados obtenidos del cuestionario aplicado en donde se observó el nivel de conocimiento que la sociedad moreliana tiene sobre el tema.

Para ello, primero se escogió un método mixto (el cualitativo y el cuantitativo). Posteriormente, se realizó la búsqueda de los elementos teóricos básicos y se creó el cuestionario que permitiría obtener los datos planteados en el objetivo; mismos que fueron tratados mediante SPSS.

Con este trabajo de investigación se comprobó que las personas poseen muy poca información, casi nula sobre las parafilias; lo desconcertante fue que la gente no mostró interés en saber qué es lo que sucede en la sociedad. Hubo reacciones de bochorno, incomodidad, indignación, placer y curiosidad (no para hacer algo al respecto, sino como inclinación al morbo).

**Palabras clave**—Parafilias, información, sociedad moreliana, reacciones.

## Introducción

Las parafilias son un trastorno sexual de tipo excitatorio, que se caracteriza por tener intensas y repetidas fantasías sexuales relacionadas con acciones, objetos, personas y niños.

Surge la idea de realizar este trabajo de investigación por la cantidad de películas y anuncios que se hacen mostrando a las parafilias como una práctica natural, dándolas a conocer sin enseñar la verdadera naturaleza e información de las mismas, provocando en los espectadores, al inicio morbo, bochorno, placer y al final la curiosidad de recrearlo; trayendo consigo confusión y, una percepción común y aceptable de la disfuncionalidad.

Se hizo el análisis de los resultados de una encuesta realizada a la población que se encontraba en la Calzada de San Miguel, con el propósito de comprobar o rechazar la hipótesis.

## Descripción del método

### Definición de parafilia

Las definiciones que puedan existir sobre el término parafilia pueden variar, sin embargo, de acuerdo con (Romi, 2008) las parafilias son “*La característica esencial (Criterio A) de la parafilia es la presencia de repetidas e intensas fantasías sexuales de tipo excitatorio, e impulsos o comportamientos sexuales que por lo general engloban: 1) objetos no humanos; 2) sufrimiento o la humillación de uno mismo o de la pareja, o 3) niños u otras personas que no consienten, y que se presentan durante un período de al menos seis meses*”. Pero también (Criterio B) esos impulsos, comportamientos y fantasías deben “*provocar malestar clínico significativo o deterioro social, laboral o de otras áreas importantes de la actividad del individuo*”. El DSM – IV TR (por sus siglas en inglés Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales), maneja el mismo concepto de esa manera.

Existen varias clasificaciones de las parafilias, de las cuales se han seleccionado dos para dar sustento teórico a este trabajo de investigación. Para fines de organización, se presenta en el Cuadro 1, la que contiene el DSM-IV TR, y enseguida la que propone el Dr. Flores Colombino, quien hace un estudio bastante exhaustivo del tema.

<sup>1</sup> Mónica María Benítez Munguía es Estudiante de Psicología en la Universidad Nova Spania, Morelia, Michoacán.  
[moni\\_1\\_97@hotmail.com](mailto:moni_1_97@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Lizbeth de Jesús González López es Profesora del Seminario de Tesis en la Universidad Nova Spania, Morelia, Michoacán. [lizabethdejesus@gmail.com](mailto:lizabethdejesus@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> La Dra. Luz Anita Gallardo Balderas es Profesora de Organización Escolar en la Universidad Nova Spania, Morelia, Michoacán.  
[luz.gallardo@uninova.edu.mx](mailto:luz.gallardo@uninova.edu.mx)

<sup>4</sup> La Mtra. Erika Argandar Mota es Profesora de Terapia del comportamiento en la Universidad Nova Spania, Morelia, Michoacán. [eargandarm@gmail.com](mailto:eargandarm@gmail.com)

<sup>5</sup> La Lic. Marbella Baños Rangel es Profesora de Administración de personal en la Universidad Nova Spania, Morelia, Michoacán. [marbella.banos@gmail.com](mailto:marbella.banos@gmail.com)

*Tipos de parafilias y su definición*

<i>Exhibicionismo</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican la exposición de los propios genitales a un extraño que no lo espera.
<i>Fetichismo</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos ligados al uso de objetos no animados.
<i>Frotteurismo</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes e impulsos sexuales o comportamientos ligados al hecho de tocar o rozar una persona en contra de su voluntad.
<i>Pedofilia</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican actividad sexual con niños pre púberes o niños algo mayores (generalmente de 13 años o menos).
<i>Masoquismo sexual</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican el hecho (real, no simulado) de ser humillado, pegado, atado o cualquier otra forma de sufrimiento.
<i>Sadismo sexual</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican actos (reales, no simulados) en los que el sufrimiento psicológico o físico (incluyendo la humillación) de la víctima es sexualmente excitante para el individuo.
<i>Voyeurismo</i>	Fantasías sexualmente recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican el hecho de observar ocultamente a personas desnudas, desnudándose o que se encuentran en plena actividad sexual.
<i>Fetichismo transvestista</i>	Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican el vestirse del sexo opuesto.

Cuadro 1. Parafilias más comunes en la actualidad.

Según el Dr. Flores Colombino (1999), las siguientes son las parafilias actualizadas; de igual manera, basándose en el DSM – IV.

- *Sadomasoquismo*: Fantasías sexuales recurrentes y altamente excitantes, impulsos sexuales o comportamientos que implican dominio y sumisión de manera consensuada.
- *Braquioproctosigmoidismo*: Patología en el método en el cual se administra el estímulo sexual: introducción de la mano, hasta el antebrazo, a través del ano.
- *Clastomanía*: Erotización al romper cosas.
- *Dendrofilia*: Erotización por contacto con las plantas.
- *Escuchismo o audiolagnia*: Erotización de ruidos sexuales de un cuarto vecino.
- *Hipnofilia*: Erotización ante personas dormidas, semejante a la necrofilia.
- *Necrofilia*: Atracción sexual hacia los cadáveres, excitación sexual provocada por la contemplación, contacto, mutilación o evocación mental de un cadáver.
- *Licantropía*: Forma de sadomasoquismo por la que el individuo se identifica con un vampiro o un lobo.
- *Misofilia*: Erotización de la suciedad, vinculada con la coprofilia.
- *Narratofilia*: Erotización contando cuentos, relatos o chistes eróticos.
- *Osmolagnia*: Erotización del olor de productos corporales en descomposición.
- *Pictofilia*: Erotización de figuras pintadas por el propio sujeto.
- *Pietofilia*: Erotización ante imágenes piadosas.
- *Pigmalionismo*: Erotización ante estatuas o maniqués.
- *Pornofilia*: La actividad sexual con material sexualmente explícito (videos, films y revistas, constituye la especificidad fundamental).
- *Quinungolagnia*: Erotización con situaciones de peligro.
- *Transexofilia o Ginecomimetismo*: Su especificidad fundamental constituye la actividad sexual con un falso transexual.
- *Triolismo*: Patología a nivel de la situación: sólo se excita frente a dos personas del sexo opuesto.
- *Parcialismo*: Caracterizada por la atención centrada exclusivamente en una parte del cuerpo.
- *Zoofilia, bestialismo, animalismo o zooerastia*: Fantasía prevalente o conducta de mantener relaciones sexuales con animales.
- *Coprofilia*: Desviación sexual por la que se obtiene placer sexual por el contacto con los excrementos.
- *Escatología telefónica*: Uso preferente de las llamadas telefónicas obscenas como forma de obtener

- excitación sexual.
- *Clismafilia*: Erotizan patológicamente las funciones digestivas, en este caso la parte terminal del intestino por llenado con líquido o enema.
- *Urofilia*: El individuo necesita obligatoriamente para el orgasmo, sentir el olor o el sabor de la orina, ver orinar a alguien o escuchar el ruido que hace.
- *Gerontofilia*: Afición hacia las personas mayores de 60 años por parte de los jóvenes.

Tomando en consideración los conceptos mostrados anteriormente, se elaboró un cuestionario que constaba de diez preguntas, el cuál se aplicó a una muestra representativa de las personas que pasaban por la Calzada de San Miguel, ubicada en el Centro de la Ciudad de Morelia, en Michoacán, México. Todo esto con el propósito de medir el nivel de conocimiento de la sociedad moreliana sobre las parafilias. Dicho instrumento fue se analizado a partir del graficado y tabulado; de acuerdo a una escala Likert, se realizaron los análisis de porcentajes para destacar la percepción subjetiva de la población.



Figura 1. Primer pregunta.

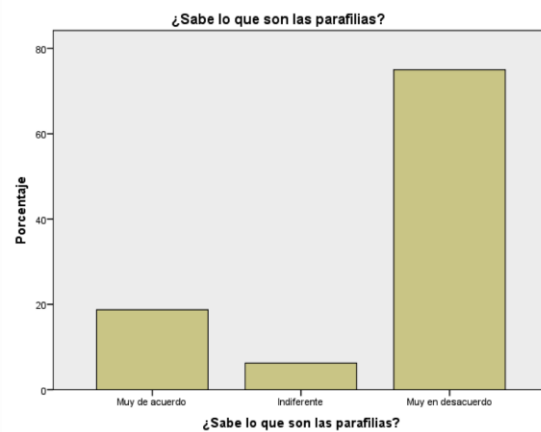


Figura 2. Segunda pregunta.

Cabe señalar que a las personas que respondieron que no sabían lo que eran las parafilias, se les proporcionó una concisa, pero clara explicación sobre este concepto, con la finalidad de que pudieran responder las ocho siguientes preguntas de la entrevista. De esta forma, se logró obtener su opinión sobre los efectos de las parafilias en la sociedad abordados en las preguntas 3 y 4.

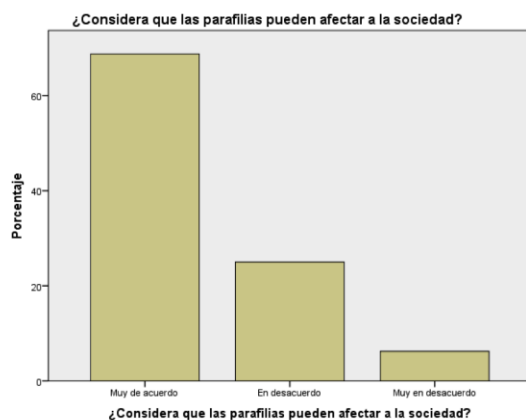


Figura 3. Tercera pregunta.

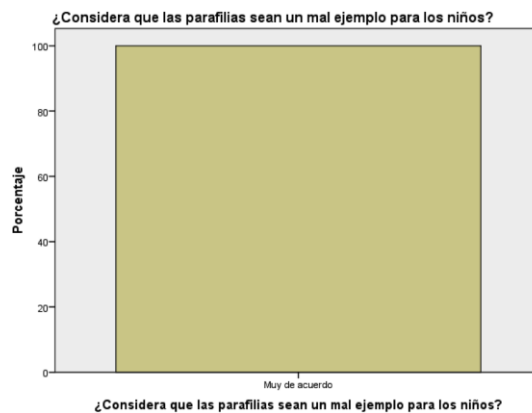


Figura 4. Cuarta pregunta.

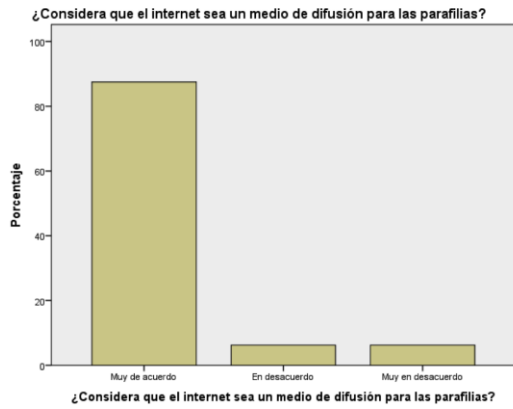


Figura 5. Quinta pregunta.



Figura 6. Sexta pregunta.

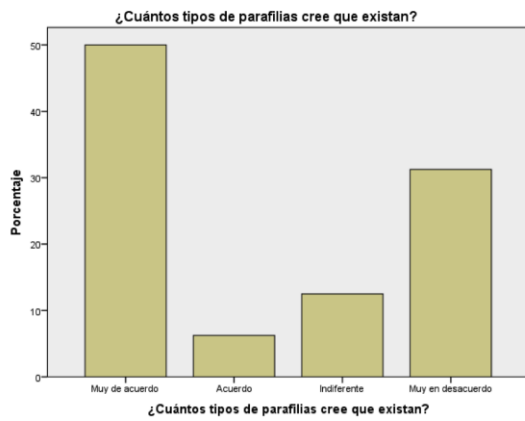


Figura 7. Séptima pregunta.

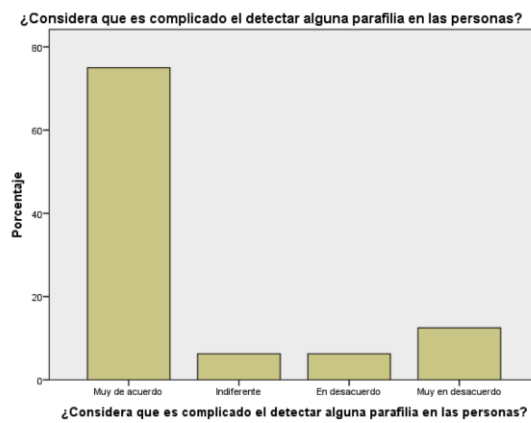


Figura 8. Octava pregunta.

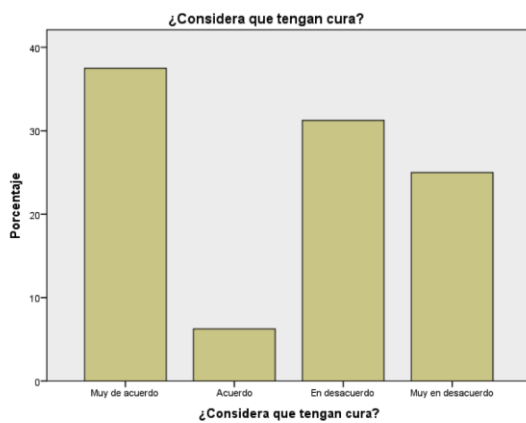


Figura 9. Novena pregunta.



Figura 10. Décima pregunta.



## Comentarios finales

### *Resumen de resultados*

De acuerdo con las Figuras 1, 2 y 7, se puede ver que el nivel de conocimiento de las personas encuestadas es muy bajo; no saben lo que son las parafilias, cuántas son, o si es complicado o no el detectarlas. La Figura 6 da indicios de que sólo al mencionar una parafilia sumamente conocida en la actualidad permite que la gente tenga una leve idea de lo que se está hablando y, por lo tanto, comenzar a formarse cierta opinión al respecto.

Sin embargo, no sólo los datos proporcionados a través de las respuestas a las preguntas del cuestionario dan información sobre lo que la gente pudo pensar en ése momento; sino que su conducta no verbal dejó entrever sus verdaderas reacciones ante el tema.

### *Conclusiones*

Las parafilias son una anomia, una patología que no sólo afecta al que la tiene, sino a la gente que lo rodea; puesto que es con ella con la que lo realiza, y sin su consentimiento por supuesto.

Las personas que lo padecen pueden llegar a casos muy extremos en los que en los que se descontrola y se corra el riesgo de que a la persona con dicho trastorno sexual se le pueda denunciar, ya sea por acoso, por actos contra la moral, entre otras muchas acusaciones.

Existen muchos tipos de parafilias, incluso parafilias que ya no son consideradas como tal, pero que no dejan de ser perversiones que enferman a la sociedad si no se hace algo al respecto.

Es sencillo, en algunos casos, detectar a una persona con ésta clase de trastornos; ya que no le es nada fácil ocultarlos por el tipo de parafilia que posea. Pero en otros casos, no es tan sencillo identificar a una persona así, su parafilia puede ser del tipo que sólo en la intimidad se pueda llevar a cabo.

Aun así, es necesario que las personas que padecen éste tipo de trastornos reciban ayuda especializada; no son conductas y gustos naturales, al contrario, sale por completo de la salud mental. Afecta al correcto desarrollo de los individuos, e incluso, perjudica su forma de relacionarse socialmente.

Somos entes puramente sociales, por lo tanto, necesitamos acoplarnos a las reglas establecidas dentro de nuestra sociedad para poder lograr vivir en armonía. En consecuencia, las parafilias no tienen lugar dentro de la práctica común social. Son un trastorno que debe ser tratado y corregido.

Cabe aclarar que las parafilias son un trastorno sexual porque se vuelven necesarias, indispensables para el sujeto que la padezca, para poder obtener el placer sexual; si no la realiza, si no lleva a cabo su parafilia, no puede estar tranquilo, no va a disfrutar. Así es como va a empezar a dejar de ser funcional.

Con este trabajo de investigación se buscó el saber cuánta información sobre las parafilias poseían las personas, y los resultados fueron los esperados: muy poca información, casi nula. Lo que es desconcertante es que la gente no muestre el mínimo interés en informarse, en saber qué es lo que sucede en la sociedad; no hay ni el mínimo rastro de responsabilidad social. A eso no hay explicación, sólo reacciones de bochorno, pena, incomodidad, indignación, enojo, placer y curiosidad (no de saber o entender la situación para hacer algo al respecto, sino para probar, una curiosidad inclinada al morbo). Con ésa conducta no verbal se pudo comprobar la hipótesis nula: Si la sociedad moreliana tiene conocimiento en torno al tema de las parafilias, entonces su actitud aprobatoria ante ellas no se modificará.

Esto lleva a plantearse el que nos dejamos influenciar por lo que vemos, por lo que nos venden los medios de comunicación, obedecemos a sus mensajes y, lo que es peor, adquirimos conductas negativas, actitudes dirigidas al tánatos. Se puede observar la tendencia a naturalizar lo que comienza a ser norma en la sociedad, sin que dicha norma represente la funcionalidad.

Si bien, las parafilias no son imitaciones, ni herencia, sino más bien son represiones, aquí es donde entran los medios de comunicación masiva; que como con todo, se utilizan con dobles fines.

Vivimos en una sociedad muy sexualizada, que en ocasiones no sabe distinguir entre lo que es una sexualidad sana de una enferma, en la que en muchas situaciones acepta esta última como algo sano y natural.

Los temas referentes al plano sexual se siguen viendo como tabús, como algo prohibido o malo, trayendo consigo el que las parafilias vayan creciendo al ser una forma de desfogue.

Las represiones sexuales, en su mayoría, surgen en la infancia. Con la falta de información en los padres y los contenidos inadecuados en los medios de comunicación, así como la indiferencia en el cuidado de los hijos; ha provocado que los niños vean cosas no aptas para su edad, y por lo tanto, aprendan conductas. Entonces, ya sea por inmadurez o falta de atención, reprimen todo lo que con el tiempo se volverá un trastorno que afectará el resto de su vida, personal, familiar y social.

### Recomendaciones

Para aminorar el desconocimiento de la población, en general, se recomienda el realizar campañas de información sobre la salud mental y la educación sexual; en donde se tenga como punto principal el explicar lo que son los trastornos mentales, haciendo énfasis en aquellos que afecten en mayor nivel a la sociedad.

### Referencias

Flores Colombino, Andrés. (1999). *Puesta al día: Parafilias*. Dirección de internet: <http://www.sasharg.com.ar>  
Romi, Juan Carlos. (2008). Las perturbaciones sexuales. Críticas a su inclusión como trastornos mentales en el DSM IV TR. *Psiquiatría Forense, Sexología y Praxis*, vol. 6(1), pp. 36. Dirección de internet: <http://www.medicinaforenseperu.org>

### Apéndice

El cuestionario aplicado fue el siguiente:

1. ¿Sabe lo que son los trastornos mentales?
2. ¿Sabe lo que son las parafilias?
3. ¿Considera que las parafilias pueden afectar a la sociedad?
4. ¿Considera que las parafilias sean un mal ejemplo para los niños?
5. ¿Considera que el internet sea un medio de difusión para las parafilias?
6. ¿Cree que la pedofilia es una parafilia?
7. ¿Cuántos tipos de parafilias cree que existan?
8. ¿Considera que es complicado el detectar alguna parafilia en las personas?
9. ¿Considera que tengan cura?
10. ¿Considera que las personas que padecen de alguna parafilia deben recibir ayuda profesional?

# LA FORMACION DE SU AUTOIMAGEN RELACIONADA CON LAS APPS Y LA TECNOLOGIA MOVIL

Berlanga Macareno Ana Luisa, Viera Gaona Sheila Maritza  
Dr. Juan Bernardo Amezcua Núñez

**Resumen---** El presente estudio se aborda desde el área del comportamiento del consumidor, en el cual se investiga la formación de autoimagen y su relación con el uso de apps y tecnología móvil. Utilizando como método el grupo de enfoque en 8 jóvenes. El objetivo principal es identificar cómo influyen las apps y la tecnología con la formación de autoimagen de los jóvenes de nuestra ciudad. Después de realizar una revisión de literatura y una sesión de grupo con 8 participantes podemos afirmar que los jóvenes cada vez más se preocupan no solo por su apariencia física si no por su perfil a través de una plataforma. Gracias a la facilidad que nos da la tecnología móvil, las apps que nos mantienen al día en cuestión de moda y nuevos productos. Los resultados respaldan que la mayoría de los jóvenes están en constante cambio de imagen. También podemos encontrar aplicaciones que influyen a los jóvenes a viajar, y visitar lugares con bonitos paisajes en los cuales pueden tomarse selfi y poder subirlo a su red social y que sus conocidos y amigos vean que están ahí, conozcan el lugar y los incite a querer visitarlo.

**Palabras clave---** comportamiento del consumidor, autoimagen, tecnología móvil, apps.

## Introducción

Los mexicanos pasamos más de ocho horas al día interactuando con algún aparato tecnológico conectado a Internet, ya sea el celular, la computadora o Tablet. Es imposible pensar que algo en lo que ya pasamos la mayor parte de nuestro tiempo no pueda tener un impacto (tanto positivo como negativo) en nuestra mente, lo tiene, y la tecnología ha marcado no sólo una nueva forma de relacionarnos con otros, sino también con nosotros mismos.

En las redes sociales, interactuamos e intercambiamos información con personas con quienes de alguna manera tenemos algo en común, filtramos las cosas que subimos o eliminamos de nuestros perfiles con base en la cantidad de likes, o comentarios que recibimos. Esta “economía de la atención” depende enteramente de la reacción que nos provoca el interés de otros y sus respuestas en redes sociales. Estudios han encontrado que cada like genera producción de dopamina en el cerebro y la activación de sistemas vinculados a la recompensa, es por eso que las redes son tan adictivas. Una buena dosis de likes y de intercambios puede en efecto hacernos sentir muy bien y contribuir a nuestra autoestima, el problema viene cuando en el mundo exterior no hay nada que sustente mi autoestima y mis vínculos.

Los Social Media nos han dado a todos una nueva forma de expresarnos, adolescentes incluidos. Pero en plataformas como Facebook, por ejemplo, esta “auto-expresión” es a menudo más bien una realidad editada de la representación exacta. Cuando los adolescentes pasan horas capturando, poniendo filtros y editando imágenes para conseguir la imagen perfecta a la espera de los “me gusta” y comentarios de los demás, acondicionan de esta forma a otros su sentido del valor y el bienestar. Por el contrario, los adolescentes que pasean por su muro de noticias viendo una imagen perfecta tras otra imagen, selfis sonrientes y demás pueden comenzar a cuestionar su propia apariencia o incluso su felicidad.

Tal pareciera que es algo que vemos esporádicamente, pero a su vez, el dar buena apariencia, andar a la moda, que la sociedad te acepte es algo que se está viendo cada vez en nuestra sociedad y con esta investigación buscamos conocer qué tanto se da hoy en día en los jóvenes, ya que son un grupo que suele probar con nuevas experiencias frecuentemente, entre ellas es viajar a lugares que han visto atreves de selfis o de algún influencer que ha subido ese lugar y todos los jóvenes quieren visitar para tener fotos similares y llamar la atención de sus seguidores en una red social. En concreto, sacar fotos -selfis incluidas, por supuesto- aumenta en un 40 % las probabilidades de recordar bien las vacaciones, en comparación con no hacerlo. Así lo determinó un estudio liderado por el catedrático Art Markman, además, compartir las fotos, así como vídeos y otros recuerdos de un viaje, tanto en persona como a través de las redes sociales en internet, también está asociado con un "recuerdo emocional más preciso" de lo vivido, El trabajo de Markman también comparó las diferentes redes sociales utilizadas, y encontró que los usuarios de Instagram tenían probabilidades un 24% mayores de contar con recuerdos claros de cómo se sintieron durante sus vacaciones, comparados con los que habían compartido su viaje por Facebook. (Markman, 2017)

### Marco conceptual

La autoestima es la conciencia de ser un individuo único, de ser alguien que no solo posee capacidades sino que también puede tener limitaciones, es la percepción que se tiene de sí mismo en diferentes aspectos de forma que se puede llegar a tener una autoestima aceptable en algún aspecto de nuestra vida, pero escaso en algún otro (Laporte, 2006).

La autoimagen es la representación interna de nuestra apariencia externa (1) que determina en lo que nos convertimos. La insatisfacción corporal es un rasgo común en una sociedad que glorifica la belleza, la juventud y la salud. (Profesor Asociado de Pediatría. Centro de Salud Vargas. Santander. Red Samid. IFIMAV, 2014).

La autoimagen es la propia imagen nadie nace con una imagen sobre su persona, en el nacimiento ni siquiera somos conscientes de la existencia de nuestro yo, poco a poco nos descubrimos como un yo diferente a la realidad que nos rodea. Ese descubrimiento da lugar a la construcción de una autoimagen que nos define y que será la base de la identidad y de la autoestima. (Ruiz, 2011).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) generan profundos cambios en nuestra sociedad. Como esta influencia es especialmente notable en los adolescentes, se hace imprescindible describir posibles desadaptaciones para evaluar el impacto en el desarrollo psicosocial, concretamente en el proceso de socialización y adquisición de la identidad personal. (Montserrat Castellana Rosell, 2007).

La sociedad actual se establece en un mundo cambiante, en una época de transformaciones y en un periodo de transición a la adaptación de la sociedad a las tecnologías. Internet, móviles y videojuegos ocupan un espacio importante en el proceso de socialización, influyendo en comportamientos y actitudes (Montserrat Castellana Rosell, 2007)

### Descripción del método

Investigación cualitativa a través de un grupo de enfoque para conocer las opiniones de los individuos sobre el uso de las apps y redes sociales, así como la influencia que tiene sobre su autoconcepto.

En nuestra sesión de grupo de enfoque participan mujeres y hombres jóvenes de 15 a 18 años residentes de la ciudad de Saltillo. Expusimos situaciones enfocadas en el uso de apps, autoimagen y contabilizaremos quien aceptaría o no estar en dicha situación y fomentaremos un debate sobre la formulación de las respuestas.

° Situación 1: Haz entrado a un sorteo en el cual tienes que publicar una foto tuya en algún lugar que has visitado el premio son dos vuelos al lugar que elijas. Solo tienes una foto en la cual no sales bien. ¿la publicas y participas? Explica tu respuesta.



° Situación 2: Tus compañeros de escuela traen accesorios y ropa muy bonita, te dicen que la compraron online. ¿Les preguntas acerca de la aplicación y te pones a la moda? Explica tu respuesta

° Situación 3: Cuando ves fotos de amigos o conocidos en lugares turísticos ¿Qué es lo primero que piensas antes de reaccionar a la foto?



° Situación 4: Compras ropa a través de una aplicación, la cual no fue lo que esperabas y aun así la utilizas ¿Te importa la opinión de tus amigos? Si lo publicas a una red social te sube la autoestima el número de reacciones. Explica por qué.

° Situación 5: Surge una nueva moda, la cual no te llama la atención, pero todos tus amigos se visten así. ¿Te da igual y sigues vistiéndote como a ti te gusta? ¿Sigues la moda para verte igual que tu círculo social?

° Situación 6: Tienes que preparar tu maleta para irte de viaje, ¿Te gusta llevar tu mejor ropa e ir acorde al lugar? ¿Te interesa salir bien en tus fotos para subirlas a tu red social? Explica tu respuesta.

El moderador debe de dar detalles sobre las situaciones, además se expondrán imágenes en la sesión afines para que los participantes visualicen mejor cada una de dichas situaciones.

Para concluir, se les interroga sobre su edad, su situación sentimental y les pedimos que nos comenten sobre si se consideran personas extrovertidas o no. Ahondamos en estos conceptos.

Participantes:

El grupo de enfoque o sesión de grupos según Hernández Sampieri es “un método de recolección de datos que consiste en reuniones de grupos pequeños o medianos (tres a diez personas), en las cuales los participantes conversan en torno a uno o varios temas en un ambiente relajado e informal, bajo la conducción de un especialista en dinámicas grupales”. (R. Hernández Sampieri, 2006)

Objetivo General: Identificar la relación de la formación de la autoimagen con el uso de nuevas apps y las tecnologías móviles en la ciudad de Saltillo.

Objetivos Específicos:

- Identificar la influencia de las apps y/o tecnologías móviles sobre la formación de la autoimagen
- Encontrar los (as)principales motivaciones a la hora de buscar formar la autoimagen
- Analizar la importancia de transmitir una buena imagen hacia los demás.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados al realizar un grupo de enfoque:

Tabla 1. RESULTADOS

VARIABLES	COMENTARIOS
Situación 1	<p>“No porque si a mí no me gusta esa foto no me siento cómodo(a) que los demás la vean”</p> <p>La mayoría contestó que no, argumentando que quieren verse bien y tener el mayor número de reacciones de sus seguidores.</p> <p>Así pudimos observar que la mayoría se encuentra en conflicto al seleccionar una selfi que no solo sea de</p>

	<p>su agrado si no pensando en los gustos de sus seguidores para que les pueda gustar y reaccionar o dejar algún comentario que les pueda gustar o hacer sentir bien.</p>
Situación 2	<p>“Si en verdad me gusto la ropa si, además de que es lo que está de moda”</p> <p>“Si porque todos están usando ese tipo de ropa”</p> <p>Como resultado obtuvimos “sí” de la mayoría de los participantes argumentando que es muy importante la vestimenta que utilizas y que mejor si es lo que se está utilizando en ese momento” observamos que toman mucho en cuenta los comentarios de sus amistades y procuran no ser criticados por no estar ala moda y ser “anticuado”</p>
Situación 3	<p>“Que me gustaría estar en ese lugar a mí también”</p> <p>“Que en cuanto tenga oportunidad iré a ese lugar”</p> <p>“Depende de la fotografía y del lugar”</p> <p>En esta situación, nos encontramos con más resistencia en las respuestas, ya que las personas en su mayoría nos comentaban que depende de la fotografía y de la persona puesto si es alguien con quien no se llevan muy bien solo revisan sus imágenes para ver su vestimenta o el lugar en que se encuentra. Pero por lo contrario si es de algún amigo o conocido y el lugar es bonito o su selfis no quieren quedarse atrás o ser los últimos en conocer el lugar.</p>
Situación 4	<p>“SI a la mayoría de las personas les parece que se me ve bien si”</p> <p>“No porque no andaría cómoda con esa ropa”</p> <p>“Si porque mis amigas siempre me dicen la verdad de cómo se me ve lo que llevo puesto”</p> <p>La mayoría de las personas considera que si a los demás les parece que les queda bien lo conservarían y seguirían utilizándolo, ya que los buenos comentarios acerca de su vestimenta los hace sentirse bien y seguros. Mientras que el 15% prefiere sentirse cómodo y no le importan los comentarios negativos.</p>
Situación 5	<p>“No lo utilizaría ya que es algo que no me gusta y me sentiría demasiado incomoda”</p> <p>“Si la utilizaría solo cuando este con ellos “</p> <p>“No ya que si son mis amigos ellos conocen mis gustos y no me obligarían a usar ese tipo de ropa”</p> <p>La mayoría de las personas dijo no utilizaría algo que no le guste solo por pertenecer a un grupo, ya que dicen ahí modas muy feas las cuales no van con su estilo de persona, buscan algo similar a su personalidad que los identifique o no los haga pertenecer a otro grupo social.</p>



<p>Situación 6</p>	<p>“Llevaría mi mejor ropa para así poder salir bien en las fotos y poder presumirlas”</p> <p>“Claro que es muy importante salir lo mejor posible en las fotos”</p> <p>“Me da igual si es mi mejor ropa o no lo que importa es que ande cómodo”</p> <p>En este caso tuvimos puntos de vista muy distintos ya que a la mayoría de las personas si es interesa cuidar su aspecto y por eso seleccionan su mejor ropa. Quieren dar la mejor apariencia posible en su red social, y otros dicen que prefieren andar cómodos y disfrutar su viaje.</p>
<p>Resultados finales</p>	<p>Respecto al último debate sobre las preguntas en el grupo de enfoque, las participantes respondieron en su mayoría que sí les importa mucho cuidar su apariencia y como los ven las demás personas, ya que en la actualidad están expuestos a muchas redes sociales, y deben de cuidar su aspecto, para no ser la comidilla de sus compañeros.</p>

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se estudió la formación de la autoimagen en relación con el uso de apps y tecnologías móviles en la ciudad de Saltillo Coahuila. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta, teniendo como resultados que a los jóvenes de hoy en día es de vital importancia la imagen que proyectan hacia los demás argumentando que los amigos son sus mejores aliados a la hora de decidir que ponerse ya que siempre les dicen la verdad y no permitirían que se pusieran algo que no les quedara y/o los hiciera verse bien, es por eso que a la hora de postear alguna fotografía en las redes sociales como lo son Facebook o Instagram que son de las más utilizadas lo que esperan es reunir el mayor número de reacciones ya que esto los motiva a seguir subiendo fotografías de ellos al ver que las personas reaccionan de forma positiva y esto les hace elevar su autoestima y sobre todo para sentirse parte de un grupo buscan estar siempre a la moda aunque para ellos es importante de igual forma sentirse cómodos con la ropa que utilizan para así poder proyectar una mejor imagen ante los demás y no solo para seguir a su grupo de amigos.

#### *Conclusiones*

La imagen es como nos ven los demás, hasta los últimos años parecía de poca importancia la imagen que proyectábamos. Teníamos otras preocupaciones como la búsqueda del verdadero yo, hoy en día se tiene un concepto muy diferente gracias al uso de las redes sociales, se puede decir que hoy en día tenemos una visión muy diferente, incluso se podría decir que manipulada y más difíciles mantener, ya que de cierta forma ahora todos somos famosos gracias a que tenemos seguidores tanto en Facebook, Instagram, twitter, etc. ya que estos medios se han convertido en nuestra carta de presentación ante el mundo ahí fuera u/o un canal para la mercancía humana. Hoy en día es preocupante para los jóvenes ser aceptados por la sociedad. Los jóvenes son los que están al día en la tecnología y las aplicaciones nuevas es por esto que están en constante cambio y son los más preocupados por dar un buen perfil principalmente a sus amigos y conocidos, tomando en cuenta que hay aplicaciones que las utiliza todo el mundo así que ya no solo es la sociedad donde vives si no la de otras ciudades o países. La mayoría de los jóvenes usa aplicaciones

para verse y sentirse mejor ya que como ellos mencionan su Smartphone es su biografía, porque en el encuentran todo y los ayuda a no estar tristes, aburridos, etc. Las aplicaciones más utilizadas son las de filtros en las cuales pueden mejorar sus fotografías para un mejor perfil.

### Recomendaciones

Dado al estudio realizado y sus resultados que nos muestran que efectivamente a los jóvenes les preocupa su imagen, el verse bien para los demás, debido a los estereotipos que la sociedad a formado. Estos resultados son importantes para las empresas que crean aplicaciones para jóvenes, para saber sus intereses y necesidades, así como lo que ofrecen las agencias de viajes, tomar en cuenta que les interesan tener en todo momento internet y paisajes para tomarse fotos, se interesan por aplicaciones que los hacen sentir bien o los motivan a ser y verse mejor, cada vez más buscan la aceptación de la sociedad, como empresa pueden no solo dar a conocer su aplicación o promocionar si no dar la suficiente información a los jóvenes de como utilizarla, porque deben de utilizarla y que no se depende de ella para ser aceptados por los demás, agregar contenido de motivación personal al ofrecer productos o servicios, no mostrando contenido como usualmente utilizan sus frase de “No te quedes atrás” “Ponte a la moda” entre otras. Como empresa no es solo debe importarnos el que consuman si no la sociedad en general.

### Bibliografía

- Blogthinkbig. (09 de mayo de 2015). *lifestyle*. Obtenido de Cuánto afectan los medios de comunicación en la autoimagen de los niños y jóvenes: <https://lifestyle.americaeconomia.com/articulos/cuanto-afectan-los-medios-de-comunicacion-en-la-autoimagen-de-los-ninos-y-jovenes>
- Flores, J. L. (7 de diciembre de 2016). *Marketing link*. Obtenido de Los principales factores que influyen en la conducta del consumidor: <http://marketinglink.up.edu.pe/los-principales-factores-influyen-la-conducta-del-consumidor/>
- FUENTES, L. E. (2016). AUTOIMAGEN E INTELIGENCIA EMOCIONAL. *TESIS DE GRADO*. (pág. 76). Quetzaltenango.
- Laporte, D. (2006). *Autoimagen, Autoestima Y Socialización*. España: NARCEA S.A.
- markman, a. (21 de julio de 2017). consumo claro. *eldiario.es*.
- Markman, A. (21 de 07 de 2017). Consumo claro. *eldiario.es*.
- Montserrat Castellana Rosell, X. S.-C. (2007). *EL ADOLESCENTE ANTE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LACOMUNICACIÓN: INTERNET, MÓVIL Y VIDEOJUEGOS*. Profesor Asociado de Pediatría. Centro de Salud Vargas. Santander. Red Samid. IFIMAV. (2014). *Autoimagen en las dos primeras fases de la adolescencia*.
- R. Hernández Sampieri, C. F.-C. (2006). *Metodología de la Investigación* (4° ed.). México: McGraw-Hill.
- redes de universidades anahuac. (2008). Obtenido de LA INFLUENCIA DE LA TECNOLOGIA EN NUESTRA VIDA COTIDIANA: <https://www.anahuac.mx/generacion-anahuac/la-influencia-de-la-tecnologia-en-nuestra-vida-cotidiana>
- Roca., J. M. (s.f.). Obtenido de Qué es una app: <http://www.informeticplus.com/autor>
- Ruiz, C. R. (7 de julio de 2011). *educa y aprende*. Obtenido de <https://educayaprende.com/la-autoimagen-una-construccion-a-traves-de-la-mirada-del-otro/>

# FACTORES DETERMINANTES QUE INCURREN EN LA DESERCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DEL NIVEL SUPERIOR: CASO DE ESTUDIO

Dr. Efrén Berumen López<sup>1</sup>, M.T.G. Reyna Valdez Poot<sup>2</sup>  
e M.T.I. Salvador Acevedo Sandoval<sup>3</sup>

**Resumen**— En el presente artículo se describen algunos de los factores que inciden en la deserción de los estudiantes en el nivel superior. Se validó una encuesta por medio de expertos y se aplicó a un grupo de estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Jerez que desertaron durante el año 2017. Se encontró que la mayor parte de los alumnos abandonan sus estudios entre el primer y segundo semestre de haber ingresado, además, se determinó que el factor que más incide en la deserción universitaria es el económico.

**Palabras clave**—deserción, nivel superior, factores económicos.

## Introducción

Los cambios científicos y tecnológicos que se han generado durante los últimos cien años han sido consecuencia de la generación y aplicación del conocimiento. Sin una educación formal, juiciosa, responsable y científica difícilmente se hubiese logrado el nivel de acervo cultural y técnico que la humanidad tiene. La educación es parte fundamental para la mejora y progreso de todas las áreas del conocimiento, sin esta, sería impensable realizar el desarrollo de nuevos estudios, avances científicos, tecnológicos y sociales. En México, la educación superior a pesar de que no es obligatoria, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2017) en su Artículo 3º en la fracción VII decreta que las universidades tienen como fin educar, investigar y difundir la cultura. En este orden de ideas, las instituciones de educación superior tienen la encomienda de formar jóvenes profesionistas y el objetivo principal es destinarse al desarrollo de la creatividad e innovación que favorezca un ambiente académico que solucione problemas que atañen a la sociedad. Sin embargo, paradójicamente esos mismos cambios y adelantos científicos han generado otro tipo de situaciones al interior de las instituciones, dos de los problemas principales que afectan a la educación superior es la deserción y el retraso académico. La problemática de la deserción se presenta en todos los niveles educativos, tanto públicos como privados (Isaza, Enríquez y Pérez, 2016), existen una serie de elementos multifactoriales que influyen para que un estudiante universitario permanezca o no en una institución, desde factores individuales, socioeconómicos, académicos, actitudinales, vocacionales, familiares, institucionales, hábitos de estudio, promedio bajo, reprobación de materias, motivacionales, entre otros.

## Problema de Investigación

La deserción universitaria es uno de los problemas que las instituciones de nivel superior afrontan de manera habitual, algunos autores coinciden que la deserción en el nivel universitario es un fenómeno complejo (Patiño y Cardona, 2012; Isaza et al., 2016). Mientras tanto, otros concuerdan que no hay una sola línea de explicación sobre la deserción y que éste fenómeno tiene una multiplicidad de factores (Lagunas y Leyva, 2007; Gutiérrez, 2010; Apaza y Huamán, 2012; Navarro, Redondo, Contreras, Romero y D'Andreis, 2017). Isaza et al. (2016) exponen resultados de la deserción universitaria de algunos países del continente americano: Costa Rica 62%, Chile 53%, Colombia 45.3%, Venezuela 43%, Estados Unidos 18% y Brasil 18%. En la tabla 1 se presentan algunos datos estadísticos relacionados con la deserción escolar de algunos niveles educativos en México. La tendencia de la tabla 1 indica que conforme se aumenta de nivel escolar, la deserción también lo hace. ¿Qué sucede con la deserción escolar en el nivel superior?, ¿cuáles serán las razones principales por las cuales un alumno abandona la universidad? Para responder dichos cuestionamientos, se consideró un caso de estudio. La institución donde se realizó la investigación fue en el Instituto Tecnológico Superior de Jerez (ITSJ).

<sup>1</sup> El Dr. Efrén Berumen López es profesor-investigador del Instituto Tecnológico Superior de Jerez.  
[efrenberumenlopez@tecjerez.edu.mx](mailto:efrenberumenlopez@tecjerez.edu.mx)

<sup>2</sup> La M.T.G. Reyna Valdez Poot es jefa de la Oficina de Orientación Educativa del Instituto Tecnológico Superior de Jerez.  
[reynapoot@tecjerez.edu.mx](mailto:reynapoot@tecjerez.edu.mx)

<sup>3</sup> El M.T.I. Salvador Acevedo Sandoval es profesor-investigador del Instituto Tecnológico Superior de Jerez.  
[salvador.acevedo@tecjerez.edu.mx](mailto:salvador.acevedo@tecjerez.edu.mx)

Nivel educativo/ Indicador	2014-2015 (%)	2015-2016 (%)	2016-2017 (%)
<b>Educación Primaria</b>			
Abandono escolar	0.6	0.5	0.4
<b>Educación Secundaria</b>			
Abandono escolar	4.4	4.2	4.9
<b>Educación Media Superior</b>			
Abandono escolar	12.6	12.1	11.8

Tabla 1. Indicadores nacionales de abandono escolar. Ciclos escolares: 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017.

Fuente: Elaboración propia. Tomada de la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa (SEP, 2017).

El Instituto Tecnológico Superior de Jerez fue creado en el año 2003 y es parte de los institutos descentralizados del Tecnológico Nacional de México (TecNM). Como institución de nivel superior no es ajena a los problemas de la deserción. Actualmente tiene una oferta educativa de cinco carreras: Licenciatura en Administración, Contador Público, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Industrias Alimentarias. Considerando que la deserción es un fenómeno complejo y que es una combinación de distintas variables, en este artículo se describen algunos factores que inciden en la deserción de los estudiantes del ITSJ. En particular se obtuvo la información de los alumnos que abandonaron sus estudios durante el año 2017, los datos de los estudiantes fueron proporcionados por la Oficina de Orientación Educativa del ITSJ.

### Antecedentes Teóricos y Empíricos

#### *Deserción*

En relación a la conceptualización de deserción Isaza et al. (2016) indican que es el abandono prematuro de un programa de estudios antes de alcanzar el título o grado, durante un tiempo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de que el estudiante se reincorpore, en el estudio realizado en Colombia encontraron que el abandono y rezago afecta alrededor del 50% de los estudiantes en el nivel superior, además encontraron que la principal explicación de la deserción fue de tipo académica.

Por su parte Olave, Cisneros y Rojas (2013) aluden que la deserción es el proceso de abandono voluntario o forzoso de la carrera en que se matricula un estudiante, por la influencia de circunstancias internas o externas a él, estos mismos autores encontraron que la alfabetización de un estudiante se justifica a partir de reconocer las dificultades en lectura y escritura que obstaculizan el aprendizaje de otras asignaturas y que trae como consecuencia bajo rendimiento académico y la deserción.

Patiño y Cardona (2012), mencionan que la deserción es un fenómeno complejo que tiene múltiples impactos de forma negativa en lo individual, institucional, local, regional, nacional e internacional, en su análisis teórico encontraron que la deserción es un fenómeno global y que en el nivel superior la deserción logra su punto más alto en los primeros tres semestres, además indican que cuando la deserción se presenta, en el estudiante y su familia se ven truncadas sus aspiraciones con un cierto sentido de frustración de inmovilidad social.

En otro estudio realizado en Rumania por Badulescu y Csintalan (2016) indican que éste país enfrenta altas tasas de deserción escolar, en su revisión teórica revelan que los estudiantes que abandonan la escuela tiene una probabilidad significativamente menor de encontrar empleo, esto debido a que en las últimas décadas en la mayoría de los países la demanda de mano de obra calificada se ha disparado.

En otra investigación realizada en México por De Anda, González y Becerra (2016) identificaron los factores que inciden en la deserción escolar durante el primer año de carrera. El estudio indica que existe una serie de elementos que afectan la deserción universitaria: la administración académica, factores académicos del docente, el entorno sociocultural, entre otros.

Finalmente, un estudio realizado por Li, Tan, Zheng, Yang y Gong (2017) en zonas rurales del Occidente de China revela el impacto que tiene la religión en la deserción escolar, particularmente el budismo tibetano. Aunque el estudio fue realizado en la educación básica, llama la atención el factor religión. Entre los resultados obtenidos se encontró que en las familias religiosas es más probable la deserción y otro dato atrayente es que un aumento en la educación de la madre de un estudiante, disminuye la probabilidad de que éste deserte.

## Descripción del Método

### *Tipo de investigación*

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, además, es secuencial y ordenada. Se comenzó con una idea, luego se planteó un problema específico, se realizó una revisión de la literatura para establecer antecedentes teóricos, se revisó el alcance del estudio, se definió la variable a estudiar (deserción), se seleccionó la población y la muestra, se recolectaron los datos, se analizaron dichos datos y finalmente se hace un reporte de los resultados (Sampieri, Collado y Lucio, 2010). El tipo de investigación fue descriptiva, debido a que se especificaron características y rasgos de un fenómeno que refiere las tendencias de una población en particular.

### *Método*

Para obtener información acerca de los alumnos que desertaron en el año 2017 se construyó, validó y aplicó un cuestionario. Dicho cuestionario se elaboró con veintidós preguntas, tanto abiertas como cerradas. Se agregaron preguntas abiertas debido a que se deseaba profundizar sobre los motivos de un comportamiento, además, se agregaron preguntas cerradas por su fácil codificación y reducción de la confusión de las respuestas. El cuestionario se dividió en cuatro dimensiones: personal, socioeconómica, académica e institucional. Las dimensiones se determinaron después de haber hecho una revisión sistemática de artículos relacionados con la deserción universitaria. En esta revisión se encontraron una serie de dimensiones comunes (Ramírez y Corvo, 2007; Lagunas y Vázquez, 2008; Ariza y Marin, 2009; Ruiz, Carranza y Castro, 2012; Apaza y Huamán, 2012; Patiño y Cardona, 2012; Herrero, Merlino, Ayllón y Escanés, 2013; Román, 2013; Torres, Gutiérrez y Lara, 2013; Gartner, Dussán y Montoya 2016; Parada, Correa y Cárdenas, 2017).

Fue validado por medio de cuatro expertos. Según Sampieri et al. (2010), este tipo de validez se refiere al grado que el instrumento de medición, en este caso el cuestionario, mide la variable en cuestión de acuerdo con expertos del tema.

Las encuestas fueron aplicadas por medio de una entrevista telefónica durante los meses de octubre y noviembre de 2018, la Oficina de Orientación Educativa del ITSJ proporcionó los números de teléfonos móviles y teléfonos de casa de los alumnos desertores. La entrevista telefónica es la forma más rápida de realizar una encuesta (Sampieri et al., 2010), sin embargo, fueron dos razones por las cuales se aplicó este tipo de entrevista: se tiene una base de datos de los alumnos desertores y es la forma más eficiente de localizar a los alumnos desertores. Como tercer razón por la que se decidió realizar entrevistas telefónicas fue debida a la revisión sistemática referente a la aplicación de entrevistas telefónicas en publicaciones relacionadas con la deserción en el nivel superior (Vélez y López, 2004; Abarca y Sánchez, 2005; Ariza y Marín, 2009; Del socorro, 2009; De la Garza, Balmori y Galván, 2013; Valladão, Pomeroy y Salgado 2013; De Anda, et al., 2016; Pascua-Cantarero, 2016). El análisis de los datos fue realizado con el uso del programa SPSS 22.

### *Población*

La población de este estudio la integraron 36 alumnos que desertaron durante el año 2017 de alguna de las cinco carreras que oferta el ITSJ.

### *Muestra*

La muestra se integró por 26 de los 36 alumnos desertores. Diez de los veintiséis alumnos desertores no fueron entrevistados debido a que no fueron localizados. En la tabla 2 se indica el total de alumnos desertores (encuestados y no encuestados) por carrera en el año 2017.

Carrera	Alumnos encuestados	Alumnos no encuestados	Total
Licenciatura en Administración	7	5	12
Contador Público	5	0	5
Ingeniería en Mecatrónica	4	2	6
Ingeniería en Sistemas Computacionales	4	2	6
Ingeniería en Industrias Alimentarias	6	1	7
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>36</b>

Tabla 2. Total de alumnos desertores por carrera del año 2017 del ITSJ.

Fuente: Elaboración propia. Tomada de la Oficina de Orientación Educativa del ITSJ.

## Resultados

De los resultados alcanzados, se presenta un resumen de las respuestas obtenidas del cuestionario. Se exhiben en relación a la dimensión. Respecto al año que ingresaron los estudiantes desertores, el 76.9% ingresó en el 2016, 7.7% en el 2015 y un 15.4% en el 2014. Es decir, la mayoría (76.9%) de los alumnos desertores del año 2017, se fueron al siguiente año de haber ingresado, esto es, desertaron durante los primeros tres semestres de su carrera. En relación con este dato, se revisó el total de los alumnos que ingresaron en el 2016, y se encontró que ya han desertado un 47% de los estudiantes.

### *Dimensión personal*

Los alumnos entrevistados tienen un promedio de edad de 21.4 años con una desviación estándar de 2.1 años, esto es, la edad promedio de los estudiantes desertores es efectivamente una edad joven. En relación al sexo de los desertores, el 42.3% son hombres y el 57.7% son mujeres. Se les preguntó a los alumnos desertores que pasatiempo tienen actualmente, un 26.9% dijo que practica algún deporte y un 23.1% trabaja. Es decir, la mitad de ellos trabaja o realiza algún deporte. El otro 50% contestó escuchar música, leer, salir con amigos, entre otros. De los estudiantes desertores un 69.2% vivía en la cabecera municipal y el resto (30.8%) en alguna comunidad. El 69.2% de los estudiantes desertores no cambió de domicilio para estudiar en el ITSJ, no obstante, el 30.8% si cambió de domicilio. Otro cuestionamiento que se realizó fue con quién vivía cuando estudiaba en el ITSJ, el 80.8% contestó que con sus padres, el 15.4% con algún familiar y solamente un 3.8% vivía sólo. También se les preguntó con quién viven actualmente, el 57.7% aún vive con sus padres, un 23.1% con su pareja y el resto con un familiar, compañero o sólo.

### *Dimensión socioeconómica*

Se les preguntó acerca de cómo consideraban su nivel socioeconómico (alto, medio, bajo), el 3.8% contestó que bajo, 88.5% dijo que medio y el 7.7% alto. Se les hizo un cuestionamiento acerca de cuánto eran los ingresos mensuales de su familia, la respuesta a esta cuestión tuvo gran variación, aunado a ello más de la mitad de los encuestados (53.8%) no contestó la dicha pregunta. El 53.9% no trabajaba en el momento de su deserción, el 42.3% si trabajaba y el 3.8% lo hacía a veces. En relación a quién sostenía sus estudios cuando estudiaba en el ITSJ, el 65.4% lo hacían sus padres, un 23.1% era autosuficiente y el 11.5% otro. Con el objetivo de conocer qué actividad realizan los alumnos desertores actualmente, el 65.4% trabaja, el 23.1% sigue estudiando y el resto realiza otras actividades. En relación a si los alumnos desertores tenían algún tipo de beca, el 50% mencionó que efectivamente sí la tenía y el otro cincuenta por ciento mencionó que nunca la tuvo. Se les preguntó acerca de quién había influenciado para estudiar en el ITSJ, el 38.5% fueron ellos mismos, el 30.8% sus padres y el resto fueron amigos, hermanos, profesores, entre otros. Es decir, el 69.3% de nuestros estudiantes desertores decidieron estudiar por una decisión propia o por influencia de sus padres.

### *Dimensión académica*

Se les consultó si la carrera que estaban estudiando era realmente a la que aspiraban, el 46.2% contestó que no y el 53.8% contestó que sí, esta proporción es un dato atrayente, debido a que un alumno que no estudia lo que realmente desea, tiene una alta probabilidad de abandonar sus estudios. En relación a la reprobación de materias, el 84.6% de los alumnos reprobó al menos una asignatura. De las razones por las cuales reprobaron materias, las tres principales son: reprobación de exámenes (23.1%), no le entendía a los profesores (15.4%) y no entrar a clase (7.7%).

### *Dimensión institucional*

De la relación que tuvieron los estudiantes con sus profesores, contestaron que el 15.4% fue excelente, el 19.3% muy buena, el 53.8% buena y el 11.5% regular. Se observa que el binomio estudiante-profesor se mantuvo en una relación accesible. El 100% de los estudiantes contestó que las instalaciones físicas del ITSJ fueron adecuadas para sus estudios. Para el 76.9% de los alumnos la carrera que estaba estudiando cumplió con sus expectativas, sin embargo, para el 23.1% no lo consideró de esa manera. En el último de los cuestionamientos se les pidió que mencionaran las razones principales por la que los estudiantes abandonaron sus estudios. El 26.9% por recursos económicos, el 11.6% por trabajo, el 11.6% el matrimonio, el 7.7% no le gustó la carrera y el 42.2% otras razones.



## Comentarios Finales

### Conclusiones

La deserción en el nivel superior es un fenómeno generado por una multiplicidad de factores, los estudiantes que abandonan la institución tienen una edad realmente joven, se encuentran en una edad productiva, fructífera, valiosa. La mitad de ellos realiza como pasatiempo la práctica de algún deporte o trabaja en alguna actividad. La mayor parte de los encuestados vivía con sus padres cuando estudiaba (80.8%) y actualmente sigue viviendo con sus padres un 57.7%, esto indica que más de la mitad de los desertores sigue teniendo una cierta dependencia de sus padres.

En relación al nivel socioeconómico, el 88.5% considera tener un nivel medio. Más de la mitad de ellos (53.9%) no trabajaba en el momento de la deserción y además el 65.4% dependía económicamente de sus padres. Otra cuestión importante es la actividad que actualmente realizan, el 65.4% trabaja, el 23.1% sigue estudiando y el resto realiza otro tipo de actividad, esto es, gran parte de ellos está realizando actividades lucrativas o productivas. También se encontró que la mitad de ellos tenían alguna beca. Lo que se desconoce es las razones por las cuales no tenían beca la otra mitad de ellos.

En el área académica, casi la mitad (46.2%) mencionó que efectivamente no era la carrera que deseaba estudiar, y esto convierte al alumno de manera inmediata en un posible alumno desertor. Otro elemento importante es la reprobación de materias, el 84.6% reprobó durante su estancia al menos una materia. A pesar de que no se hace un análisis de otros rasgos de los estudiantes desertores, debemos mencionar que se encontraron en los alumnos entrevistados un promedio de 4.4 materias reprobadas durante sus estudios.

Finalmente, se concluye que los alumnos desertores del ITSJ en el año 2017, el 76.9% de ellos desertaron durante los primeros tres semestres después de haber iniciado sus estudios profesionales, es decir, la deserción se produce en los primeros semestres académicos, lo cual coincide con otros estudios realizados (Lopera, 2008; Abril, Román, Rodríguez, José y Moreno, 2008; Patiño y Cardona, 2012, Pascua-Cantarero, 2016).

Por otra parte, se concluye que el componente que más incide en la deserción universitaria es el económico (26.9%), esto es, 27 estudiantes de cada 100 abandonan sus estudios por una situación económica, factor que coincide con otros estudios anteriormente hechos (Vélez y López, 2004; Ariza y Marin, 2009; Estrada, 2011; Zárate y Mantillo, 2014; Navarro et al., 2017).

### Recomendaciones

Considerando la gran variedad de elementos que conllevan a los estudiantes a abandonar sus estudios y los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda trabajar en dos aspectos. El primero de ellos es que el área de Orientación Educativa del ITSJ analice las expectativas de los alumnos de nuevo ingreso respecto a la carrera que el alumno selecciona, debido a que si un alumno elige una carrera que no desea, no le agrada o para la cual no tiene el perfil de ingreso, esto lo convierte en un posible desertor. Lo anterior con el objetivo de crear actividades que contribuyan a evitar dicha deserción, tales como: curso de inducción y/o semestre de inducción, pláticas motivacionales, tutorías individualizadas, mentorías, talleres de nivelación, entre otras. Considerando que el factor económico es el que más influyó en la deserción, la segunda recomendación está relacionada con la asignación de becas. A pesar de que el Gobierno Federal tiene un programa de becas para estudiantes universitarios, se deben plantear estrategias para que las becas se distribuyan de la mejor manera, con el objetivo de que éstas se asignen a los estudiantes de menores recursos y rendimiento académico aceptables.

## Referencias

- [1] Abarca Rodríguez, A., & Sánchez Vindas, M. (2005). La deserción estudiantil en la educación superior: el caso de la Universidad de Costa Rica. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5, 1-22.
- [2] Abril Valdez, E., Román Pérez, R., Rodríguez, C., José, M., & Moreno Celaya, I. (2008). ¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior en Sonora, México. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(1), 1-16.
- [3] Apaza, E., & Huamán, F. (2012). Factores determinantes que inciden en la deserción de los estudiantes universitarios. *Apuntes Universitarios. Revista de Investigación*, (1), 77-86.
- [4] Ariza Gasca, S. M., & Marín Arias, D. A. (2009). Factores intervinientes en la deserción escolar de la Facultad de Psicología, Fundación Universitaria Los Libertadores. Tesis Psicológica, (4).
- [5] Badulescu, A., & Csintalan, C. (2016). Decreasing school dropout rate as a factor of economic growth and social empowerment. *Theoretical Insights. Annals Of The University Of Oradea, Economic Science Series*, 25(1), 457-464.
- [6] De Anda, J., & González Adame, Y., & Becerra López, M. (2016). Factores que Inciden en la Deserción Escolar durante el Primer año de Carrera en Ingeniería en Electrónica en una Institución de Educación Superior. *Conciencia Tecnológica*, (52), 6-11.
- [7] Del Socorro Acosta, M. (2009). Los procesos de aprendizaje y su incidencia en la deserción estudiantil en el programa de química farmacéutica de la universidad de Cartagena. (Spanish). *Psicología Desde El Caribe*, (24), 26-58.

- [8] De la Garza-Carranza, M., & Balmori-Méndez, E., & Galván-Romero, M. (2013). Estrategias organizacionales en universidades de corte tecnológico para prevenir la deserción estudiantil. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11 (3), 31-57.
- [9] Diario Oficial de la Federación. (2017). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1\\_150917.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_150917.pdf)
- [10] Estrada Bedoya, A. (2011). Rendimiento académico, causas de deserción y cambios personales en los estudiantes del programa cobertura con equidad en la Universidad San Buenaventura de Medellín. (Spanish). *El Ágora USB*, 11(1), 89-111.
- [11] Gartner Isaza, L., & Dussán Lubert, C., & Montoya, D. (2016). Caracterización de la deserción estudiantil en la universidad de caldas el período 2009-2013. Análisis a partir del sistema para la prevención de la deserción de la educación superior –SPADIES. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 12 (1), 132-158.
- [12] Gutiérrez, J. F. L. (2010). Deserción en la educación media superior en México (Doctoral dissertation, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México, EGAP Gobierno y Política Pública.).
- [13] Herrero, V., Merlino, A., Ayllón, S., & Escanés, G. (2013). Aplicación de un modelo de duración en programas de prevención de deserción universitaria. (Spanish). *Revista Electrónica De Investigación Educativa*, 15(3), 38-52.
- [14] Isaza Restrepo, A., Enríquez Guerrero, C., & Pérez-Olmos, I. (2016). Deserción y rezago académico en el programa de medicina de la universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. *Revista Ciencias De La Salud*, 14(2), 231-245.
- [15] Lagunas, J. R., & Leyva Piña, M. A. (2007). La deserción escolar universitaria. La experiencia de la UAM. Entre el déficit de la oferta educativa superior y las dificultades de la retención escolar. (Spanish). *Cotidiano - Revista De La Realidad Mexicana*, (142), 98-111.
- [16] Lagunas, J. R., & Vázquez, J. M. M. H. (2008). La deserción escolar universitaria en México. La experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Iztapalapa/The university scholastic desertion in Mexico. The experience of the Universidad Autónoma Metropolitana Campus Iztapalapa. *Actualidades Investigativas en educación*, 8(1).
- [17] Li, Q., An, L., Tan, J., Zheng, C., Yang, M., & Gong, C. (2017). School Dropout, Ethnicity and Religion: Evidence from Western Rural China. *Chinese Economy*, 50(3), 193-204. doi:10.1080/10971475.2017.1297655
- [18] Lopera Oquendo, C. (2008). Determinantes de la deserción universitaria en la Facultad de Economía de la Universidad del Rosario. Borradores de Investigación: Serie documentos Economía, ISSN 0124-4396, No. 95 (Julio de 2008).
- [19] Navarro Charris, N. E., Redondo Bilbao, O. E., Contreras Salinas, J. A., Romero Díaz, C. H., & D'Andreis Zapata, A. C. (2017). Permanencia y deserción versus autoeficacia de estudiantes universitarios: un desafío de la calidad educativa. (Spanish). *Revista Lasallista de Investigación*, 14(1), 198-206. doi:10.22507/rliv14n1a17
- [20] Olave-Arias, G., Cisneros-Estupiñán, M., & Rojas-García, I. (2013). Deserción universitaria y alfabetización académica. (Spanish). *Educación y Educadores*, 16(3), 455-471.
- [21] Parada Rico, D. A., Correa Suárez, L. Y., & Cárdenas González, Y. F. (2017). Factores relacionados con la permanencia estudiantil en programas de pregrado de una universidad pública. *Investigación en Enfermería: Imagen y Desarrollo*, 19(1), 155-170. doi: 10.11144/Javeriana.ie19-1.frpe
- [22] Pascua-Cantarero, P. (2016). Factores relacionados con la deserción en el primer y segundo año de estudio en la carrera de Enseñanza de la Matemática de la Universidad Nacional de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*, 20 (1), 1-23.
- [23] Patiño Garzón, L., & Cardona Pérez, A. M. (2012). Revisión de algunos estudios sobre la deserción estudiantil universitaria en Colombia y Latinoamérica. (Spanish). *Teoría: Ciencia, Arte y Humanidades*, 21(1), 9-20.
- [24] Ramírez, M. H., & Corvo, M. C. (2007). Causas de Deserción de Alumnos de Primeros Semestres de una Universidad Privada. *Revista Mexicana De Orientación Educativa*, 5(12), 34-39.
- [25] Román C., M. (2013). Factores asociados al abandono y la deserción escolar en américa latina: una mirada en conjunto. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 11 (2), 33-59.
- [26] Ruiz, L. R., Carranza, E. C., & Castro, D. P. (2012). Causas psicosociales de la deserción universitaria. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 4(1), 164-168.
- [27] Sampieri, H.R., Collado, F.C., & Lucio, B.M. (2010). *Metodología de la investigación*, México D. F., Mc Graw Hill.
- [28] Secretaría de Educación Pública. (2017). *Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa*. Recuperado de <http://www.planeacion.sep.gob.mx/estadisticaeindicadores.aspx>
- [29] Torres Herrera, M., & Gutiérrez Leyton, A., & Lara Herrera, M. (2013). La exclusión social en los núcleos de la deserción universitaria. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 4 (6), 43-50.
- [30] Valladão, M., & Pomeroy, D., & Salgado, A. (2013). Estudio de un caso: la deserción de estudiantes de primer año en la escuela de química de la universidad federal de Río de Janeiro (UFRJ). *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4 (3), 63-72.
- [31] Vélez, A., & López Jiménez, D. (2004). Estrategias para vencer la deserción universitaria. *Educación y Educadores*, (7), 177-203.
- [32] Zárate Rueda, R., & Mantilla Pinilla, E. (2014). La deserción estudiantil UIS, una mirada desde la responsabilidad social universitaria. *Zona Próxima*, (21), 121-134.

### Notas Biográficas

El **Dr. Efrén Berumen López** es Profesor Asociado A del Instituto Tecnológico Superior de Jerez (ITSJ). Es Doctor en estrategias y técnicas de la enseñanza aprendizaje por el Instituto de Formación de Estudios Superiores. Líneas de investigación: matemática educativa. Publicaciones recientes: (2019), "Los exámenes escritos de matemáticas: ¿el mejor instrumento para evaluar el rendimiento académico en el nivel superior?", *Revista Visum Mundi*, Vol. 3, No. 1, pp. 140-145.

La **M.T.G. Reyna Valdez Poot** es jefa de la oficina de Orientación Educativa del Instituto Tecnológico Superior de Jerez (ITSJ). Es psicóloga Clínica por la Universidad Autónoma de Zacatecas, cuenta con maestría en Psicoterapia Gestalt por el Instituto de Terapia Gestalt Región Occidente.

El **M.T.I. Salvador Acevedo Sandoval** es Profesor Asociado "A" en el Instituto Tecnológico Superior de Jerez (ITSJ). Maestro en Tecnologías de la Información e Ingeniero en Sistemas Computacionales. Cuenta con una trayectoria de 14 años como docente del ITSJ y ha participado en diversos proyectos de investigación como colaborador, además de proyectos de innovación como asesor.

# APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN LA TOMA DE DECISIONES PARA LA DIFUSIÓN DE PROGRAMAS GUBERNAMENTALES EN LA RED DE APOYO AL EMPRENDEDOR DEL ESTADO DE ZACATECAS

Felipe Botello García<sup>1</sup>, Clara Edith Vargas del Río<sup>2</sup>,  
Claudia Gómez Marín<sup>3</sup> y M.A.N. Ana Perla Caldera Burgos<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente artículo ofrece un análisis sobre la importancia que tiene el control de la calidad en un servicio y su impacto en la toma de decisiones de programas gubernamentales del Estado de Zacatecas, tal es el caso de la Red de Apoyo al Emprendedor, una estrategia de articulación y vinculación de las políticas y programas de apoyo para Emprendedores y MIPYMES. Así mismo, se muestran diversos enfoques de autores en el tema de control de calidad, para después, mediante un estudio, conocer la percepción de la población sobre la RAE. Para concluir este artículo se muestran los resultados obtenidos en el estudio realizado, que apoyarán a la toma de decisiones en la RAE y en otros programas, mismos que podrían ser el inicio de futuras investigaciones en el ámbito gubernamental.

**Palabras clave**—emprendedor, financiamiento, herramientas, decisiones.

## Introducción

El 11 de enero de 2013 en el marco del 95 aniversario de la CONCANACO-SERVyTUR (Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo) se crea el Instituto Nacional del Emprendedor, dependencia federal que apoya a emprendedores y MIPYMES con la finalidad de generar una cultura emprendedora. El 24 de junio de 2013 se crea el evento de apoyo a los emprendedores y MIPYMES, lo cual se da mediante la operación de la red de apoyo del emprendedor, tiempo después el 6 de agosto de 2013 integran una red nacional de empresarios, que apoyen con sus conocimientos y experiencias a los emprendedores del país al igual que la ampliación del número de programas y apoyos tanto públicos como privados (CONCANACO, 2018).

Actualmente la Red de Apoyo al Emprendedor Zacatecas (RAE) como parte de Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Zacatecas funge como programa de apoyo federal en esta dependencia, que tiene como objeto incentivar el crecimiento económico nacional, regional y sectorial, mediante el fomento a la productividad e innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas ubicadas en sectores estratégicos, que impulse el fortalecimiento ordenado, planificado y sistemático del emprendimiento y del desarrollo empresarial en todo el territorio nacional, así como la consolidación de una economía innovadora, dinámica y competitiva. La RAE está dirigida principalmente a emprendedores, Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, así como a entidades gubernamentales y universidades que quieran emprender, hacer crecer una empresa o impulsar un negocio.

El presente artículo se enfocará en el estudio de la difusión que actualmente se está realizando en la Red de Apoyo al Emprendedor en el Estado de Zacatecas ya que a pesar de la existencia de los diferentes puntos RAE se observa que el número de usuarios de los puntos es bajo, por lo que se realizó un diagnóstico para saber qué tipo de apoyo requieren, la vinculación a los productos de la Red de apoyo al emprendedor, así como los dos tipos de asesoramiento que existen: básico y especializado, además dar acompañamiento y capacitación en temas de emprendimiento, aun así se identifica la problemática de un desconocimiento y expansión de dicho programa y de los proyectos que tiene a la disposición del Estado.

Derivado de esto, existen diferentes productos y beneficios que proporciona el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) destinados a emprendedores y MIPYMES y en ocasiones no se hace uso de ese recurso por la falta de difusión. De igual manera se ha identificado que es por la falta de conocimiento y aplicación por los usuarios,

---

<sup>1</sup> Felipe Botello García es alumno próximo a egresar de la Licenciatura en Administración por el Instituto Tecnológico Superior de Jerez, Zacatecas, México [panchochilipa98@gmail.com](mailto:panchochilipa98@gmail.com)

<sup>2</sup> Clara Edith Vargas del Río es alumna próxima a egresar de la Licenciatura en Administración por el Instituto Tecnológico Superior de Jerez, Zacatecas, México [edithvargasdelrio@gmail.com](mailto:edithvargasdelrio@gmail.com)

<sup>3</sup> Claudia Gómez Marín es alumna próxima a egresar de la Licenciatura en Administración por el Instituto Tecnológico Superior de Jerez, Zacatecas, México [claugomezmarin1994@gmail.com](mailto:claugomezmarin1994@gmail.com)

<sup>4</sup> M.A.N. Ana Perla Caldera Burgos es docente de tiempo completo en el Instituto Tecnológico Superior de Jerez, Zacatecas, México [ana.caldera.burgos@tecjerez.edu.mx](mailto:ana.caldera.burgos@tecjerez.edu.mx)

es decir que creen que no hay apoyos para emprender y a su vez, los creadores de programas y coordinadores carecen de usuarios que hagan uso de los recursos.

Para lo cual se muestra un análisis realizado mediante un estudio en la cabecera municipal donde se ubica cada uno de los puntos RAE para continuar con un análisis estatal, con el fin de identificar cuáles son las principales causas que genera un desconocimiento de la RAE.

### Descripción del Método

Para dar continuidad al estudio planeado se identificó una población total de 489,478 habitantes en la cabecera municipal de los nueve puntos RAE con un rango de edad de entre los 18 y 50 años, siendo este rango, donde una persona tiene una actitud más emprendedora o esta económicamente activa según el Censo Económico del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2014), del cual se tomó una muestra del 0.05% del total de la población por municipio, ya que por cuestión de tiempo, capacidad y economía no se puede aplicar a un porcentaje mayor, además con este porcentaje se previene el sesgo.

En Zacatecas existen nueve puntos de la Red de Apoyo al Emprendedor ubicados en puntos estratégicos del estado los cuales están situados en los municipios de Fresnillo, Tlaltenango, Sombrerete, Jerez, Rio Grande, Guadalupe y Zacatecas capital. Así pues, estando al alcance del 10.34% del total de la población del estado de Zacatecas. El planteamiento de la RAE se opera de la siguiente manera:



Figura 1. Operación de la Red de Apoyo al Emprendedor (Torres, 2017)

La presente investigación se contextualiza en el estado de Zacatecas, particularmente en los municipios donde se encuentra ubicados los puntos RAE, tomando una muestra del 0.05% del total de la población en la cabecera municipal de cada punto por lo que se toma la muestra de varios sectores.



Figura 2. Ubicación de los puntos RAE en el estado de Zacatecas

El emprendimiento en la actualidad se ha convertido en un fenómeno mundial y Zacatecas no es la excepción por ello la Secretaria de Economía creó nuevas estrategias con la finalidad de fomentar la productividad y competitividad de la economía Zacatecana mediante una innovadora política de fomento industrial, comercial y de servicios, así como el impulso a los emprendedores y empresas, fincado en la mejora regulatoria, la competencia de mercado y la diversificación del comercio exterior, para lograr el bienestar de los consumidores, un mejor ambiente

de negocios, fortalecer el mercado interno y la atracción de inversión nacional y extranjera, que mejore las condiciones de vida de los mexicanos.

Día con día se busca contribuir a generar las condiciones económicas para mantener a Zacatecas en su máximo potencial, de una manera cercana a la gente, abierta y transparente, con emprendedores que estimulan una cultura innovadora, de apego a la formalidad y empresas productivas y competitivas, que participen en mercados eficientes con consumidores fortalecidos.

Una de las estrategias aplicadas es dicho programa, pero la difusión que actualmente existe en la Red de Apoyo al Emprendedor en el Estado de Zacatecas, no está teniendo los resultados esperados, ya que a pesar de la existencia de los diferentes puntos RAE, las estrategias que se están utilizando no son las adecuadas pues la información no fluye de manera correcta del coordinador del punto RAE hacia los ciudadanos, detectando así quejas por parte de los mismos.

Hoy en día la satisfacción al cliente es esencial para las empresas, no importa el giro al que pertenezca, ya no basta con llegar primero al mercado si no ser siempre los mejores y la primera opción de los clientes. Los tiempos han cambiado y con ellos la forma en la que los consumidores piensan y esto conlleva a que la modificación de los hábitos de consumo sea distinta, por ello es importante difundir la información adecuada a los clientes y que está en realidad llegue a las manos correctas.

Se aplicaron herramientas básicas que han sido ampliamente analizadas en el proceso de la formación profesional que están enfocadas en las actividades de mejora de la calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización las cuales se utilizaron para detectar las problemáticas por las que enfrenta la RAE: Diagrama causa-efecto, Hojas de verificación, Diagrama de flujo e Histograma.

Para la aplicación de las herramientas se realizó una obtención de datos mediante la encuesta cuantitativa para después tomar el sentir de los usuarios activos mediante una encuesta cualitativa (Design thinking). Se puede definir la encuesta, siguiendo a García Ferrando (1993), como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

Para Sierra Bravo (1994), la observación por encuesta, que consiste igualmente en la obtención de datos de interés sociológico mediante la interrogación a los miembros de la sociedad, es el procedimiento sociológico de investigación más importante y el más empleado. Entre sus características se pueden destacar las siguientes: 1) la información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos por lo que cabe la posibilidad de que la información obtenida no siempre refleje la realidad, 2) la encuesta permite aplicaciones masivas, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras y, 3) la información se recoge de modo estandarizado mediante un cuestionario, lo que faculta hacer comparaciones intergrupales.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Una de las grandes problemáticas con las que se enfrenta la RAE es la falta de difusión por lo que urge una solución a esta situación, ya que al no ser así este programa no continuará para el siguiente año. A continuación se presenta el análisis estadístico aplicado al cuestionario para diagnosticar la Red de Apoyo al Emprendedor del 1 al 30 de septiembre de 2018 en los siete municipios de los nueve puntos de la RAE, dicho cuestionario se aplicó de la siguiente manera:

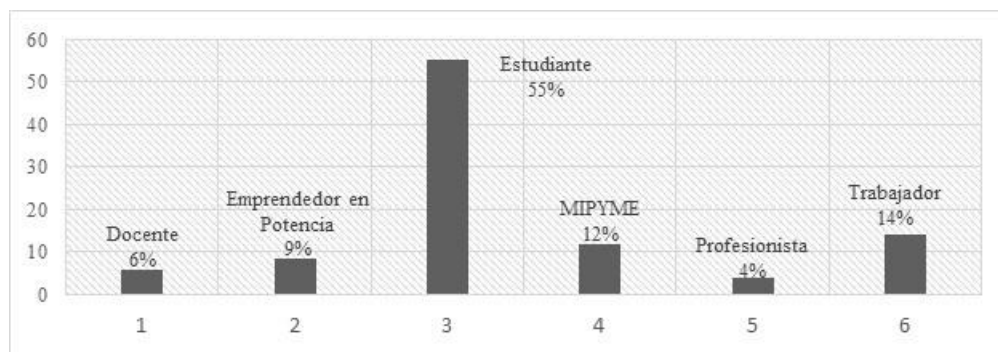


Figura 3. Ocupación de los emprendedores



El 55% se aplicó a estudiantes en el estado de Zacatecas, 9% a emprendedores en potencia, 12% a MIPYMES, 14% a trabajadores, 6% a docente y el 4% profesionistas de la misma institución.

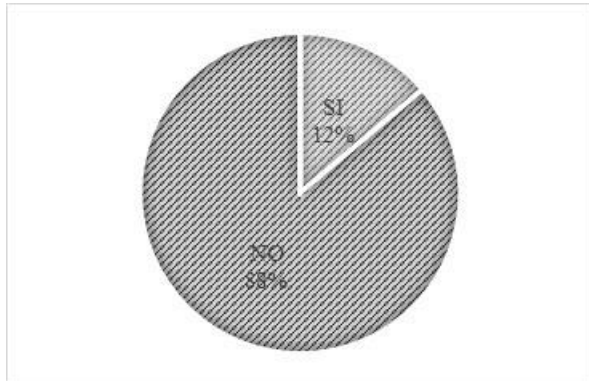


Figura 4: Personas que conocen la RAE

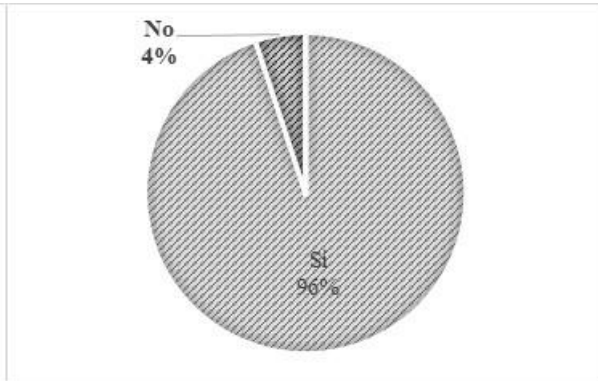


Figura 5: Personas interesadas en la RAE

Como se observa en las figuras 4 y 5 son pocas las personas que conocen los puntos RAE pues al ser un programa de gobierno han perdido la confianza y credibilidad del mismo, pero una vez recibida la información si muestran interés en hacer uso de este servicio.

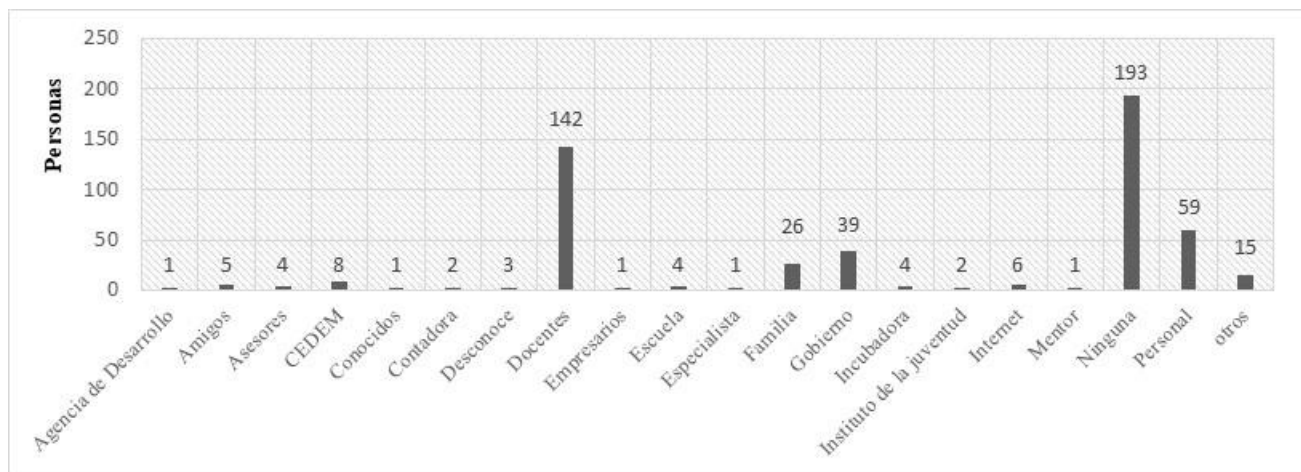


Figura 6: Lugares a donde acuden las personas para asesoramiento

A través de esta figura se identifica que las sugerencias de los docentes son importantes al momento de despejar dudas sobre emprendimiento.

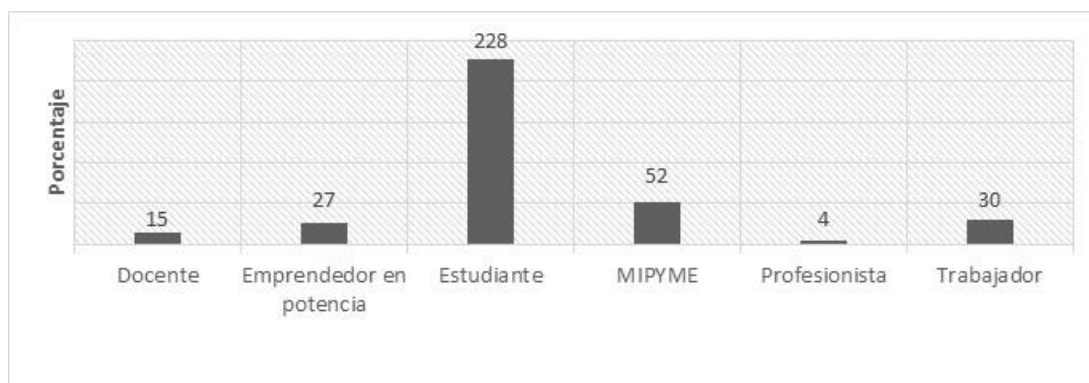


Figura 7. Personas con mayor disposición a emprender



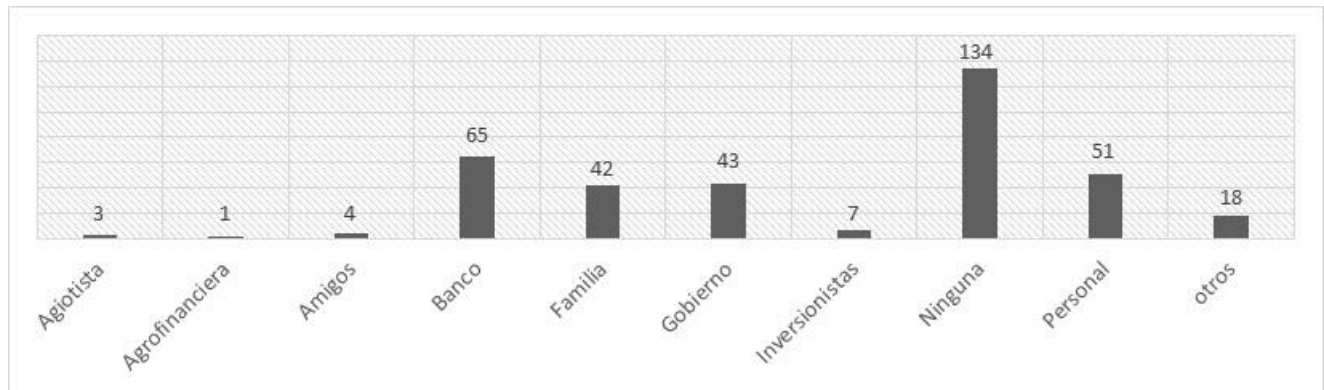


Figura 8: Lugares a los que acuden las personas para obtener un financiamiento

En esta figura se observa que los emprendedores no buscan fuentes de financiamiento para llevar a cabo sus ideas de negocio.

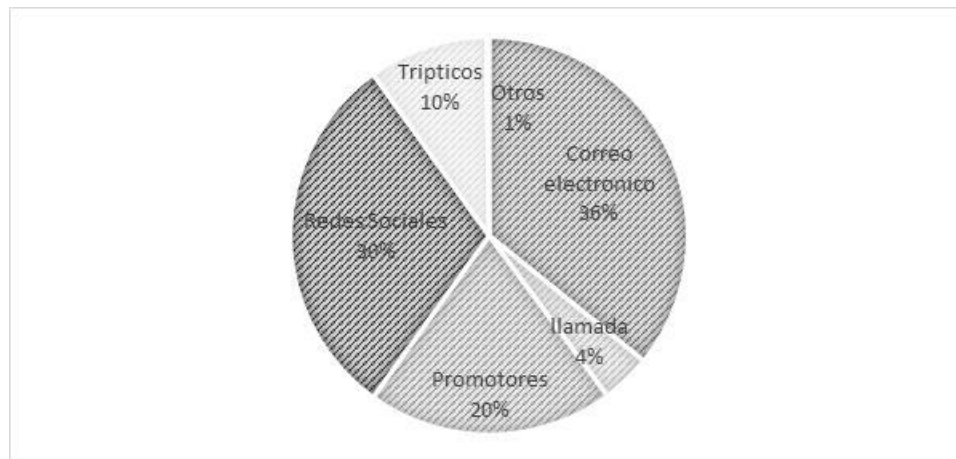


Figura 9: Formas de brindar información sobre la RAE a los emprendedores

Los encuestados respondieron que la forma más accesible en la que se les pudiera brindar información sobre la RAE fuera la siguiente: El 36% de los ciudadanos encuestados optan por que sea mediante correo electrónico, 30% a través de redes sociales, 20% mediante promotores, 10% por trípticos y 4% por llamada comprobando que la mejor forma de dar difusión es mediante medios electrónicos, aplicando así las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC'S).

### Conclusiones

Después de realizar la investigación sobre la aplicación de las principales herramientas de calidad en el programa de la Red de Apoyo al Emprendedor en la Secretaría de Economía del Estado de Zacatecas y obteniendo resultados concretos de la investigación, se pudo llegar a la conclusión de que dicho programa no es conocido entre los ciudadanos del Estado debido a diferentes factores, el principal problema que se detectó es que no se descinde la información correcta por parte de los coordinadores hacia los ciudadanos, además de que no hay la difusión necesaria en las instituciones educativas sobre dicha plataforma, así mismo el poco conocimiento de los emprendedores de acudir a los lugares adecuados.

Otra área de oportunidad que se pudo observar es la falta de motivación o estímulo hacia los coordinadores de cada punto RAE, así como la desmotivación por parte de los emprendedores ya que comentaban que era un proceso largo y de muchos obstáculos y/o requisitos al momento de buscar un apoyo, crédito o financiamiento por parte del Gobierno tanto Federal como Estatal, esta información se pudo obtener a partir de las encuestas aplicadas en los diferentes municipios en donde se encuentran los ocho puntos RAE del Estado de Zacatecas: Jerez, Rio Grande, Sombrerete, Tlaltenango, Fresnillo, Guadalupe y Zacatecas.

El uso de herramientas de calidad para la captura, análisis y gestión de la información es muy importante en programas de apoyo como lo es la Red de Apoyo al Emprendedor; ya que es a través de ellas que se le da mayor seguimiento y control a la información obtenida, se generan nuevos planes y se detectan áreas de mejora, todo esto en beneficio de las personas que más se perfilan para obtener un apoyo económico por parte del Gobierno a través de la Secretaría de Economía.

Para ello se diseñaron formatos únicos para el registro de emprendedores y MYPIMES en la plataforma de la Red de Apoyo al Emprendedor, de igual manera se realizó una visita a cada punto RAE del Estado, donde acudieron El Coordinador Estatal del programa, la Coordinadora de fondos y financiamientos y los promotores; todo esto con el fin de dar información personalizada a cada emprendedor o MIPYME, escuchando sus dudas, interactuando con ellos, entregando folletos y registrándolos en dicha plataforma, logrando aceptación e interés por parte de los ciudadanos dispuestos a fomentar y crear un mejor desarrollo económico al municipio, al Estado y a la Nación, a través de sus proyectos o ideas de negocio.

### Referencias

- Alfaro Torres, O. (31 de Enero de 2019). Secretaría de Economía Zacatecas. Obtenido de <https://economia.zacatecas.gob.mx/>
- CONCANACO. (6 de Noviembre de 2018). CONCANACO-SERVYTUR MÉXICO. Obtenido de <http://www.concanaco.com.mx/homepage/>
- García Ferrando, M. (1993). Madrid: Alianza Universidad Textos.
- INEGI. (2014). Censos Económicos. Recuperado el 23 de abril de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/>
- Sierra Bravo, R. (1994). Técnicas de Investigación Social. Madrid: Paraninfo.

# LA CREATIVIDAD COMO PARTE DE LA COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA APLICADA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Bretón Arredondo José Luis<sup>1</sup>, Abad Espíndola Eric<sup>2</sup>, Azouri Miranda José Eduardo<sup>3</sup>

## Resumen

Se conceptualiza sobre el aprendizaje creativo, el cual se considera una disciplina emergente de las ciencias de la educación y, particularmente, una forma alterna para la apropiación y asimilación del conocimiento, así como su direccionalidad hacia crear productos de comunicación estratégica. El tema de la creatividad recobra importancia y se sitúa como una herramienta aplicada dentro de la comunicación estratégica para el aprendizaje significativo.

Se analiza, de manera holística, el concepto y las aplicaciones de la creatividad en el afán educativo, tanto del docente como del estudiante (ambos considerados como “aprendientes”), de manera que la generación y la aplicación del conocimiento adquieren un nuevo sentido y propicien productos de una comunicación estratégica aplicada objetivamente. Todo lo anterior desde las vivencias y la experiencia personal en la tarea educativa de los autores.

**Palabras clave:** Creatividad, aprendizaje, aprendizaje creativo, diálogo, conocimiento, aprendientes.

## Adentrándonos en el aprendizaje creativo emergente

Iniciar el camino por la investigación, argumentación o confrontación de ideas siempre es algo que requiere una actitud un tanto quijotesca, un soplo de locura, una brisa fresca de creatividad y, claro está, el ideal que da el impulso para dar marcha a tan loable tarea.

Creo que esto último fue lo que nos dio la oportunidad de poner la primera línea en este proyecto, dado nuestro interés tanto en el campo laboral, profesional y personal, con relación a los aspectos que modulan, fomentan e inciden en el ámbito de la creatividad.

No es de extrañar, por tal motivo, que la temática secundaria de este trabajo es “Un nuevo paradigma para el aprendizaje creativo dentro de la comunicación estratégica”. Partir de ese lente angular, nos ha permitido que las diversas lecturas por las cuales se inicia este recorrido cobren un especial sentido, significado y enriquecimiento en las perspectivas que tenemos de manera inicial tanto en la temática, como en su contexto y en su aplicabilidad.

## Una temática posible: creatividad aplicada

Thomas Kuhn (1962) señaló que las teorías y los supuestos científicos sobre la naturaleza son alterados por factores sociales y subjetivos, antes que por criterios “objetivos”; en la ciencia no hay progreso sólo cambios de perspectiva, esto implica a la ciencia como una actividad-espejo o como un universo-espejo, sólo que no lo notamos.

Bajo esta premisa, bien podríamos situarnos ante un paisaje renacentista con los científicos modernos de ese momento como Copérnico, Galileo y Newton, que escapaban de los laberintos de la teología medieval; interpretándose a sí mismos en el reflejo de un espejo que permitía perspectivas completamente particulares de quien se estaba reflejando en ese momento (Briggs y Peat, 2005). Lo curioso es que dichas perspectivas definitivamente no respondían ni se estructuraban, en la maniatada línea o perspectiva a la cual debía responder la exploración del conocimiento de dicha época.

En esta perspectiva, no nos queda más que preguntarnos qué significado tiene realmente un “aprendizaje creativo” y, sobre todo, ¿qué es un proceso creativo? Pareciera que este mundo tan versátil, rápido, lleno de cambios y contrastados por la propia globalización, hace que la sorpresa creativa se entremezcle con el ir y venir de ideas sin sentido, novedosas sí, pero que carecen de una objetividad (de comunicar estratégicamente algo) que nos impacte

<sup>1</sup> [ches73@yahoo.com](mailto:ches73@yahoo.com) / Universidad Veracruzana

<sup>2</sup> [spindolaeric@hotmail.com](mailto:spindolaeric@hotmail.com) / Universidad Veracruzana

<sup>3</sup> [zhariar40@gmail.com](mailto:zhariar40@gmail.com) / Universidad Veracruzana

Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Veracruzana.

Cuerpo Académico

Estudios de la comunicación estratégica aplicada.

directamente y, más aún, que nos implique, llenándonos de una conjugación visual, de una pauta diversificadora en todo sentido, pero que en las características actuales, corre el riesgo de perderse en la nada sin el más mínimo arraigo o empatía con nuestro entorno.

Tomemos, como punto de partida, la posibilidad o excusa momentánea de una aplicabilidad más concreta que ejemplifique las posibilidades dentro del análisis de esta área de creatividad, como puede ser la publicidad como parte de una comunicación estratégicamente canalizada a objetivos concretos de impactos significativos. En el terreno de la publicidad, se plantean premisas que constantemente requieren de conocimientos que particularmente sean trazados de manera creativa (por lo menos eso se exige y se espera en dicho campo), tanto en su proyección física, su estructura estratégica, como en su comunicación estratégica, integradora y empática con el entorno y los mercados objetivos. Arens (1999) expone a la publicidad como una comunicación estructurada y compuesta, no personalizada y de carácter persuasivo, donde se pretende dar a conocer y convencer sobre productos, bienes y servicios, por lo que la creatividad es de vital importancia para llevarla a cabo con un factor de resonancia. (Arens, 2004)

Sin embargo, si bien es cierto que el ejercicio práctico de la publicidad exige la herramienta creativa, ésta paradójicamente no se inserta de manera coyuntural en los programas y planes de estudios de futuros especialistas en publicidad. Existen también programas donde se inserta el concepto de la “creatividad publicitaria”, pero curiosamente no se enmarca el manejo de estrategias o aplicación de alguna teoría creativa a todo el proceso de formación de la práctica y enseñanza de la publicidad; es decir, de los contenidos temáticos a abordar. Pero, ¿cómo se aplica un modelo creativo a la enseñanza de la publicidad? Mejor aún, si se ha desarrollado el tema en el salón de clase mediante una estrategia que dista mucho de las teorías de aplicación creativa, ¿cómo pedir que un producto de aprendizaje específico sea creativo y cumpla con los objetivos de una comunicación estratégica? En algunos casos, se incorporan experiencias educativas sobre “el pensamiento crítico y creativo” o “proceso creativo”, pero planteadas desde un paradigma de formación clásico donde sólo se ancla un mundo fragmentado y reduccionista; y que aun pretendiendo ser práctico para la acción formativa de un “especialista” en esta disciplina, se le descontextualiza realmente del entorno en que se encuentra; con lo que estamos lejos de propiciar de que el estudiante explore sus propias competencias, ni mucho menos sus propios planteamientos de auto descubrimiento, convirtiéndolo en un proceso deshumanizante paradójicamente dada la propia naturaleza de la acción creativa.

Lo anterior nos ha llevado a una fragmentación y simplificación de los conocimientos; nos ancla en mundo reduccionista, deshumanizando, correspondiente a lo mencionado por Vilar (1997) respecto a las divisiones metodológicas de René Descartes y el determinismo newtoniano, donde se obedece a una visión del mundo estático, simple, determinista y ordenado. Observamos con esto como la realidad es desintegrada en sus partes perdiendo el aspecto holístico de la misma.

### **Creatividad: un enfoque holístico hechizante**

Parece que es aquí donde, después de leer “el punto crucial”, nos surgen nuevas pautas de análisis: ¿Cómo desarrollar un producto creativo, cuando éste no se enmarca o genera a partir de la propia naturaleza del ser humano creador? Dada la realidad y contextos diversificadores de los implicados en todo el proceso creativo ¿cómo dejar al creador mismo de lado en este análisis?, finalmente, ¿cómo pretender que este producto creativo se enmarque dentro de una comunicación estratégica?

Cuando nos encuadramos en un entorno donde la multidisciplinariedad y la interdisciplinariedad son situaciones emergentes, no solamente en el campo formativo sino en la práctica y vivencia cotidiana de los contextos globalizados, es donde debemos visualizar ya no al estudiante, sino más bien al aprendiente de áreas particulares que serán implicadas no tan sólo por un especialista, sino por un ser humano integral con incidencias particulares, decisiones multifactoriales de escenarios alternativos con los cuales afrontar competitivamente problemáticas que requieren no tan sólo una resolución, sino una participación activa y comprometida, donde interactúen y conjuguen sus propias competencias, pretendiendo además comunicar estratégicamente algo. La nueva complejidad no podía ajustarse a un pensamiento lineal, determinista, surgiendo la necesidad de un paradigma emergente. Hemos venido asimilando y empapándonos de este paradigma emergente con todo lo que ello implica: sorpresa, duda, confusión, desestabilidad y claro está, resistencia. Es curioso ver como en ocasiones podemos ser “dos seres humanos” en uno mismo: el que es impactado por el contexto y entorno, que opina y critica prácticas “cuadradas y obsoletas”; por la otra parte, el que siente una comodidad sobre el manejo de “lo probado o ya aprendido” y resistencia a cambiar su mundo simplista, determinista y ordenado que lo provoca certeza y confort. No cabe duda que esto sí fue en nosotros, lo que podríamos llamar, “el origen de nuestro propio caos”.

El paradigma emergente intenta explicar el universo desde un enfoque holístico, dándonos una nueva visión de la realidad; caracterizado por sus interconexiones a nivel global en el que los fenómenos biológicos, psicológicos, sociales y ambientales, son recíprocamente independientes.

Esto nos advierte definitivamente del reto que implica el acercamiento a la complejidad, que ya Vilar (1997) la expone como un fenómeno compuesto por una gama de elementos interrelacionados que se encuentran interactuando de manera sincrónica y diacrónica, en una evolución impredecible. Dicho esto, pone un singular matiz a nuestro enfoque de construcción creativa, pero además deja de manifiesto la complejidad que ello implica, tanto por la relación de elementos y pautas que se asumen dentro de un hecho creativo, como en la diversidad de escenarios e individuos que conforman dichos procesos (dentro y fuera).

A partir de esto, es fácil enlazar o asociar de alguna manera el mencionado “efecto mariposa”; causas, matices, incidencias, entornos, transformaciones a nivel biológico-síquico-neuronal entre otros se ponen de manifiesto en el desarrollo de los procesos creativos. Elementos que impactan de manera sinérgica un sistema dinámico, donde pequeñas variaciones en las condicionantes de los hechos iniciales pueden implicar grandes diferencias, tal cual lo refiere la “teoría del caos”, donde es claro que el mundo no sigue estrictamente un modelo previsible y determinado, sino caótico. Pero, sobre todo, el comprender que todo esto no tan sólo impacta a una decisión sino al entorno mismo en el que se enmarca, provocando una serie de efectos.

Edgar Morin construye un método que intenta esclarecer la complejidad basado en la teoría de la información y de los sistemas, la cibernética y los procesos de auto organización biológica; que nos permitirá civilizar nuestro conocimiento. (Morin, 1995)

Es así como necesitamos ir enriqueciendo nuestra propia experiencia, enlazarla desde el hecho del concepto, de la propia estructura de la palabra, desde su construcción fonética tradicional. Aderezar dicha intención mediante un nuevo escenario cautivo y hechizante no sólo para quien lo estudia sino por quienes nos asumimos en él, una construcción “fonética-pentasentido” que nos impacte e impregne de manera integral y en conjunción con la naturaleza, con nuestra biología y con nuestro planeta, considerar así (por qué no decirlo) a el hechizo de una fonética creativa emergente, que tenga como claro objetivo el poder comunicar estratégicamente conceptos creativos publicitarios que impacten y dialoguen con quienes interactuen con el propio mensaje.

### **Un horizonte: la creativa Penta-sentido**

Cabe hacer alusión que dentro de nuestra propia experiencia de temática creativa, la manera en que se han construido los escenarios de trabajo, es de un particular análisis para nosotros. En lo particular, ha sido de gran aprendizaje y podemos ver reflejado directamente lo que los teóricos de la creatividad y del pensamiento complejo plantean.

Por un lado, valoramos la diversidad de perfiles profesionales, contextos, culturas, edades, etc.; aunado a los caracteres, estilos de aprendizaje, manejos emocionales, disposición para con cada reunión, manera de percibir los entornos y contenido de las lecturas, entre otras tantas cosas. Es posible permear con facilidad la multidisciplinariedad que se pone de manifiesto, evitando que se desarrollen acciones de forma aislada, dispersa o segmentada, viendo la implementación de un proceso dinámico que pretende hallar soluciones a diferentes dificultades de investigación.

Por otro lado, gracias a la interdisciplinariedad, los objetos de estudio son abordados de modo integral y con nuevos enfoques metodológicos para la resolución de problemas. En otras palabras, puede decirse que la interdisciplinariedad ofrece un marco metodológico que está basado en la exploración sistemática, instrumentos y fórmulas de relevancia científica relacionadas a distintas disciplinas que surge del abordaje multidimensional de cada fenómeno, hecho o lecturas en nuestro caso.

La interdisciplinariedad hace precisamente referencia a interconectar y ampliar de este modo las ventajas que cada disciplina ofrece. No sólo a la aplicación de la teoría en la práctica, sino también a la integración de varios campos en un mismo trabajo, lo cual ayuda a asociar conceptos y obtener un panorama integral enriquecedor y no fragmentado.

Con la transdisciplinariedad se aporta un conjunto de prácticas de tipo holísticas que trascienden las normales etiquetas del saber, comprendiendo la naturaleza pluralista de las cosas y encarar los conocimientos sin pensar en diferentes disciplinas, sino enfocándose en el objeto de estudio. Un objetivo fundamental es conseguir que los aprendientes se enfoquen en el objeto de conocimiento, sin menospreciar las diferentes áreas ni encarar el estudio desde una óptica centralista, sino abierta e integradora.

Esto se convierte en un verdadero laboratorio creativo penta-sentido bajo este escenario emergente; donde es posible compartir no sólo las emociones y los conocimientos de quienes participan en un proceso de aprendizaje, sino más aún, el objetivo de construir escenarios creativos ante el propio caos que implica el estilo de direccionalidad (y/o reglas internas) de los grupos de trabajo para llegar a un objetivo concreto de comunicación estratégica.

Debemos confesar que el inicio de cualquier tarea educativa nos causaba una incertidumbre desesperante al no entender del todo el rumbo de integración y construcción estructurada que se pretende. Hoy podemos afirmar que lo construido se ha estructurado bajo un entorno eminentemente creativo donde el enfoque holístico se integra poco a poco para hacer de cada sesión un elemento organizado, sorprendentemente novedoso y entusiasta para ir compenetrando un aprendizaje que definitivamente parte del nuevo paradigma en el que nos vamos introduciendo. Retomamos, ante esto, algunas consideraciones que hacía De Bono (2008) en relación con la construcción creativa que

parte, entre algunas variantes, de la necesidad, desesperación, incertidumbre y requerimiento de supervivencia humana de alta complejidad.

Todo esto hace referencia a la importancia de no centralizar el pensamiento en una ciencia sino integrar a varias ciencias en ese estudio.

Ante esto, lo que se inicia en un grupo va sufriendo un cambio respecto a lo que logra al final, pues es lo resultante de cada una de las decisiones individuales y colectivas que son tomadas; que implica desde cambios a nivel biológico hasta contextuales para cada uno de quienes integramos el grupo de trabajo académico.

En nuestras percepciones y entornos, además del trabajo académico que nos convoca, intervienen otras variables, como nuestra actividad familiar, manera de sentir, de percibir nuestro mundo y su complejidad, de incidir en nuestras áreas de trabajo, por mencionar solo algunas... pero más aún y por, sobre todo, la manera de ir concientizándonos y responsabilizándonos como seres humanos en interacción con el mundo, planeta y existencia, en suma con su coexistencia integral positiva.

### **Bibliografía**

- Bohn, David. (2002). *La Totalidad y el orden implicado*. España: Kairós.
- Briggs, P., John y Peat David. (2005). *A través del maravilloso espejo del universo*. España: Gedisa.
- Capra, Fritjof. (1982). *El punto crucial*. México: Troquel.
- Capra, Fritjof. (2000). *La trama de la vida*. España: Anagrama.
- Capra, Fritjof. (2003). *Las conexiones ocultas*. España: Anagrama.
- De Bono, Edward, (2008), *Seis sombreros para pensar*. Barcelona, Paidós.
- Morin, Edgar. (1995). *Pensamiento complejo*. España: Lavel.
- Progogine, Ylia. (2004). *Las Leyes del Caos*. España: Crítica.
- Vilar, Sergio. (1997). *La nueva racionalidad, comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*. Barcelona: Kairós.
- Zohar, Dánah. (1996). *El yo cuántico*. México: Edivisión.



# VALIDEZ PSICOMÉTRICA DE LA ESCALA DE ESTRÉS PSICOLÓGICO EN PERSONAL DE ENFERMERÍA EN EL NORTE DE MÉXICO

Dr. José Félix Brito-Ortíz<sup>1</sup>, Dra. Martha Eugenia Nava-Gómez<sup>2</sup>,  
Dra. Juana Patlán-Pérez<sup>3</sup> y Mtro. Marco Alfonso Contreras Preciado<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente documento tiene como objetivo demostrar la validez psicométrica de la adaptación de la Escala de Estrés Psicológico de Cohen, Kamarak, y Mermelstein en una muestra de 185 Enfermeras en Baja California, México. La Escala de Estrés Psicológico fue diseñada para medir el grado en que las situaciones en la vida se valoran como estresantes, está formado por 14 ítems distribuidos en dos factores. Resultados. El modelo estructural presentó un ajuste adecuado: GFI=.79, RMSEA=.084, NNFI=.94, CFI=.95, PNFI=.76 y una adecuada confiabilidad ( $\alpha$ =.82). Conclusiones: se recomienda: a) realizar estudios que repliquen los resultados obtenidos con personal de enfermería que labore en otras latitudes en México. b) También es importante realizar estudios que contribuyan a la identificación de puntos de corte en el valor obtenido sobre la prevalencia del estrés psicológico. c) se recomienda realizar estudios longitudinales que analicen empíricamente las relaciones antecedentes-consecuentes del estrés psicológico.

**Palabras clave**— Estudio de validación, Estrés psicológico, Enfermería, México.

## Introducción

Para la psicología el significado de estrés puede tener ciertas connotaciones que se relacionan con el proceso de reacción, o estímulo<sup>1</sup>. En estos casos, es adecuado referirse al estrés en su forma fisiológica, o psicosocial. Además, el estrés se ha clasificado en su carácter de proceso (estrés psicológico)<sup>2</sup>. El Doctor Orbitas se refiere a diferentes concepciones teóricas en las que se establece que el estrés psicológico es el resultado de la relación entre el individuo, el medio ambiente y la evaluación de la percepción individual de una amenaza que pone en peligro su bienestar<sup>3</sup>.

En el estrés psicológico, no sólo hay sobreactivación biológica del organismo, sino que ésta es resultado de los esfuerzos cognoscitivos y conductuales que se ejecutan para dominar, tolerar o reducir sus aspectos negativos, es decir, aquellos que las personas experimentan como desagradables, o amenazantes<sup>4</sup>. Lazarus afirma que una persona presenta estrés psicológico sólo si lo que sucede impide o pone en peligro el compromiso de una meta importante o viola expectativas altamente valoradas<sup>5</sup>.

El objetivo del presente estudio fue medir la percepción del estrés psicológico en el personal de enfermería que labora en el norte de México, mediante la escala de estrés psicológico de Cohen, Kamarak, y Mermelstein, analizando la validez psicométrica de dicha escala<sup>6</sup>.

El desarrollo de investigaciones tendientes a analizar la validez psicométrica de los instrumentos, es por la necesidad de contar con escalas de valoración accesibles que estén adaptadas desde los aspectos teóricos y culturales a la población a estudiar, un sesgo común encontrado en diversos instrumentos estandarizados es la ausencia de equivalencia teórica, semántica, conceptual e idiomática entre las distintas poblaciones y/o culturas<sup>7</sup>.

Las escalas deben cumplir con atributos de confiabilidad y validez. La fiabilidad evalúa el grado de consistencia en que un instrumento mide lo que debe medir, y la validez permite apreciar que el instrumento mide lo que quiere medir. No todo instrumento que sea fiable es válido. Un instrumento puede ser fiable porque mide una variable de manera constante, pero inválido si no mide el fenómeno que quiere medir<sup>8</sup>.

Los ítems de la Escala de Estrés Psicológico (denominación en inglés PSS) evalúan el grado en que las personas encuentran que su vida es impredecible, incontrolable o está sobrecargada, se trata, en su versión original, de 14 ítems, formulados en distinto sentido: unos a favor del control de las situaciones amenazantes y otros a favor de la pérdida de control y sus consecuencias; la escala proporciona una medida global de estrés psicológico en el último mes<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Dr. José Félix Brito-Ortíz, Académico de la Escuela de Ciencias de la Salud, Valle de las Palmas, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. felix.brito@uabc.edu.mx (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Dra. Martha Eugenia Nava Gómez, Académica de la Escuela de Ciencias de la Salud, Valle de las Palmas, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. martha.nava40@uabc.edu.mx

<sup>3</sup> Dra. Juana Patlán Pérez, Académica de la Facultad de Psicología, Coordinación de psicología Organizacional, Universidad Nacional Autónoma de México. patlanjuana@hotmail.com

<sup>4</sup> Mtro. Marco Alfonso Contreras Preciado, Académico de la Escuela de Ciencias de la Salud, Valle de las Palmas, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. acontreras63@uabc.edu.mx

En la escala PSS se invierte la puntuación en los ítems 4, 5, 6, 7, 9, 10, y 13. La mayor puntuación indica mayor estrés psicológico<sup>9</sup>. La escala PSS es congruente con la perspectiva transaccional del estrés, donde se considera que el estrés es una relación entre el individuo y el entorno cuando este último es valorado como estresante o que pone en peligro el bienestar del sujeto<sup>10</sup>. La escala PSS es un instrumento adecuado para ser utilizado en la medición del estrés desde una perspectiva transaccional<sup>11</sup>.

Diversos estudios han explorado la estructura factorial de la escala, encontrando consistentemente que los ítems favorables al control se agrupan en un factor, mientras que aquellos que denotan pérdida de control lo hacen en otro factor separado<sup>12</sup>. Sin embargo, y aunque los autores tienden a admitir la solución de dos factores, en muchos casos el uso de criterios más restrictivos obligaría a considerar una sola dimensión de la escala, aplicando el coeficiente theta de carmines probaría que los ítems representan un constructo unidimensional, pero otros estudios consideran dos factor<sup>13</sup>; otros estudios no efectúan estudio factorial<sup>11</sup>. En todo caso, se asume una sola dimensión, considerando que lo que mide es el estrés psicológico.

Existe un estudio sobre la validez y confiabilidad de la Escala de Estrés Psicológico escrita en su versión en idioma español, llevado a cabo por el investigador de la Universidad Autónoma de Valencia en España, Eduardo Remor, el estudio se realizó con una muestra de 440 adultos españoles, el alfa de Cronbach para la escala total; alcanzó 0.81, el autor realizó un análisis factorial exploratorio, con análisis de componentes principales y rotación *varimax*<sup>11</sup>.

Por otra parte, con respecto a las versiones de la Escala de Estrés Psicológico en español, como se señaló antes, se encontró una publicación elaborada por González y Landero en 2007, la cual tuvo como propósito valorar la adaptación cultural de dicho modelo. En una muestra de 283 mujeres estudiantes en la ciudad de México, se analizó la consistencia interna y la estructura factorial de la versión en español y se comparó con la estructura factorial encontrada para la versión correspondiente en inglés, utilizando una muestra aleatoria de estudiantes. Los resultados indicaron una adecuada consistencia interna ( $\alpha = 0.83$ ) y se confirmó la estructura factorial, al utilizarse análisis factorial confirmatorio; con el Factor 1, explicando un 42.8% de la varianza y el Factor 2, un 53.2%; así como estadísticos de ajuste aceptables. Los resultados fueron satisfactorios en cuanto a la adaptación cultural realizada para el PSS<sup>12</sup>.

Cabe mencionar que el presente proyecto de investigación corresponde a un segundo documento que da seguimiento a una línea de trabajo en la cual se evaluó con antelación en el año 2015 el estrés psicológico en el centro de México, específicamente en el Estado de Morelos, los resultados indicaron una adecuada confiabilidad del cuestionario PSS ( $\alpha=.80$ ), el modelo estructural presentó un ajuste adecuado GFI=.89, RMSEA=.030, NNFI=.99, CFI=.92, PNFI=.79, el nivel promedio de estrés psicológico fue 2.44, con 0.47 en la desviación estándar<sup>14</sup>.

Actualmente no se ha identificado algún estudio que demuestre la validez de la Escala de Estrés Psicológico en personal de enfermería en el norte de México, no obstante, existen estudios previos en México que han evidenciado la alta prevalencia de estrés por el trabajo<sup>15,16,17</sup>. En particular el personal de enfermería trabaja en un ambiente de alto estrés, resultado del conflicto entre presiones internas y externas que alteran su efectividad individual<sup>18</sup>.

Es de suma importancia dentro de la gestión del capital humano que deben realizar las unidades médicas que ofertan servicios de salud el identificar el nivel de estrés que percibe el personal, debemos recordar que un bajo nivel de estrés se asocia con un bajo nivel de desempeño ocupacional<sup>19</sup>, por otro lado, un alto nivel de estrés puede tener efectos nocivos en la salud del personal, afectando también su rendimiento laboral<sup>20</sup>.

Cabe recordar, que, las instituciones de salud se caracterizan por recibir y generar, entre los trabajadores, altas demandas emocionales y psicosociales que son potenciales fuentes de estrés<sup>21</sup>. Por ello resulta relevante identificar la percepción de estrés psicológico, para proponer e implementar estrategias de mejora que permitan, si es el caso, la disminución del estrés psicológico en el trabajo (si esta tensión es alta), incidiendo en la calidad de vida y salud mental del trabajador, o bien, incrementar la motivación para que el estrés tome un aspecto de impulsor, mejorando el desempeño ocupacional<sup>22</sup>.

El problema que analiza el presente proyecto de investigación se formula a través de la siguiente pregunta ¿Cuál es el nivel de validez psicométrica de la Escala de Estrés Psicológico en una muestra de 185 enfermeras que laboran en el Norte de México?

El objetivo general es analizar la validez psicométrica de la Escala de Estrés Psicológico en personal de enfermería que labora en Baja California, México

### **Descripción del Método**

El presente fue un estudio de carácter descriptivo, correlacional, no experimental y transversal. Se obtuvieron datos para hacer el análisis de una situación existente en un momento determinado. La investigación fue de carácter descriptiva, ya que obtuvo datos y rasgos importantes del fenómeno de estudio, se consideró también que

el estudio fue de carácter correlacional ya que su propósito fue evaluar la relación que existió entre los ítems de los dos factores la escala PSS<sup>23</sup>.

Además es un estudio descriptivo de tipo psicométrico, con selección de una escala que permite identificar el estrés psicológico, utilizando la escala adaptada del instrumento de Cohen, Kamarak, traducida por Eduardo Remor y José Antonio Carrobes. Dicha escala está formada por 14 ítems, a favor del control (7 ítems; e.g. “Con qué frecuencia has sentido que tienes el control de todo”) y pérdida de control (7 ítems; e.g. “Con qué frecuencia has estado enfadado/a porque las cosas que te han ocurrido estaban fuera de tu control”). En el factor a favor del control las puntuaciones de los ítems 4, 5, 6, 7, 9, 10, y 13 se invierten para valorar el estrés. Los ítems se evalúan mediante una escala de frecuencia de 5 grados que va de 1 (Nunca) a 5 (Muy frecuentemente: todos los días), correspondiendo a un caso igual a 3 (De vez en cuando) en la puntuación total

Los puntos de corte fueron consensuados por el grupo de investigación: valores de 1 a 2.3 indican bajo nivel de estrés; de 2.4 a 3.3, indican moderado nivel de estrés; de 3.4 a 5, indican alto nivel de estrés.

Se calculó la consistencia interna o confiabilidad de la escala PSS con la aplicación del estadístico alfa de Cronbach. Para estimar la validez de constructo se aplicó un modelo de ecuaciones estructurales. Todos los datos de los cuestionarios utilizados se capturaron doblemente en Excel; toda discrepancia se identificó y corrigió por la referencia en el instrumento original. Los datos se verificaron, limpiaron y exportaron al paquete estadístico SPSS versión 19 para su análisis descriptivo; para obtener los resultados del modelo estructural, se utilizó la versión 8.30 del programa LISREL<sup>24</sup>.

Para valorar el modelo de ecuaciones estructurales, además del índice  $X^2$  se consideraron otros índices que no están afectados por el tamaño de la muestra, y permiten evaluar diferentes aspectos del modelo hipotetizado y su ajuste a los datos. Así, la  $X^2$  normada (correspondiente a la  $X^2$  dividida entre gl) evalúa el grado de representatividad de datos observados valorando el sobre ajuste y no es sensible al tamaño muestral, siendo su rango máximo aceptable un valor de 5. El índice de bondad de ajuste (GFI) mide la cantidad relativa de varianza explicada por el modelo. El índice de ajuste no normado (NNFI) es un indicador del ajuste relativo del modelo. El índice de ajuste comparativo (CFI) indica el grado de ajuste del modelo cuando se compara con un modelo nulo. Para estos índices valores superiores a .90 se consideran indicadores de un ajuste aceptable del modelo. La raíz cuadrada media del error de aproximación (RMSEA) estima la cantidad global de error existente en el modelo. Valores entre .03 y .09 indican un ajuste adecuado del modelo. El índice de ajuste de parsimonia normada (PNFI) evalúa el grado de complejidad del modelo, valores superiores a .50 se consideran adecuados cuando el índice de ajuste (NNFI) presenta valores superiores a .90.

Esta investigación se realizó en el mes de agosto del 2018 en la Escuela de Ciencias de la Salud Campus Valle de las Palmas de la Universidad Autónoma de Baja California. Los datos fueron recogidos mediante selección no aleatoria y voluntaria de los participantes, en las que se garantizó la confidencialidad de las respuestas, se les presentó el consentimiento informado por escrito para su aprobación, y se les informó de la confidencialidad y de la autonomía para retirarse en el momento que así lo desearan. Asimismo, el personal de apoyo, que intervino en la aplicación de los cuestionarios, tenía instrucciones de no prestar ayuda a los participantes para la interpretación de las preguntas. En otras palabras, el personal que participó en la investigación no planeó ni controló la producción del fenómeno, ni sus resultados<sup>25</sup>.

Previa a la aplicación de la escala, se solicitó la aprobación del comité de ética de la institución en la que se encuentran los participantes. Los participantes fueron 185 personas, la tasa de respuesta fue del 100%. En cuanto al perfil sociodemográfico del personal en estudio, 98% fueron de sexo femenino, con un promedio de edad de 28 años ( $SD=9$ ), con edad mínima y máxima de 19 y 38 años respectivamente. En cuanto a la escolaridad se encontró que el nivel académico previo a los estudios de enfermería, fue el de bachillerato.

### Resultados

Los resultados estadísticos sobre el análisis de ítems de la escala de estrés percibido se presentan en el cuadro 1. El índice de asimetría negativa de la escala en general sobre el estrés psicológico indica una ligera tendencia al predominio de las personas que obtienen puntuaciones medias, esto se confirma por los valores del promedio del estrés psicológico (2.89) en una escala de 1 a 5, se observan niveles moderados de estrés psicológico en la muestra en estudio. El alfa de Cronbach para la escala total alcanzó el valor de 0.82.

N = 185 Confiabilidad total ( $\alpha = .82$ )	Media	Desv. Típ.	Asimetría	Curtosis
<b>Factor 1. Control en el trabajo (valores invertidos)</b>				
4 Manejar con éxito los pequeños problemas irritantes de la vida	2.27	.809	.276	-.020
5 Afrontar efectivamente los cambios importantes en tu vida	2.28	.755	.047	-.527
6 Manejar tus problemas personales	2.29	.896	.409	.113
7 Sentir que las cosas te van bien	2.45	.787	.086	-.036
9 Controlar las dificultades de tu vida	2.26	.787	.439	.647
10 Sentir que tienes el control de todo	3.01	.831	.105	-.424
13 Controlar la forma de pasar el tiempo (organizar)	2.67	.893	.234	-.215
<b>Factor 2. Pérdida del control en el trabajo</b>				
1 Afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente	2.99	.902	-.034	-.044
2 Incapaz de controlar las cosas importantes de tu vida	3.02	.955	.183	-.481
3 Lleno de tensión	3.74	.950	-.254	-.689
8 No poder afrontar todas las cosas que tienes que hacer	3.18	.905	-.374	-.062
11 Enfadado por las cosas que están fuera de tu control	3.26	.956	.202	-.602
12 Pensar en las cosas que no has terminado (pendientes de hacer)	3.89	.911	-.340	-.781
14 No superar las dificultades	3.14	1.04	-.140	.585
<b>Estrés psicológico Min 1,21 Max 3,64</b>	<b>2.89</b>	<b>.485</b>	<b>-.286</b>	<b>.009</b>

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de los ítems de las escalas de estrés psicológico  
Fuente: Elaboración propia.

Con relación al modelo de ecuaciones estructurales, obtuvo un ajuste adecuado para la muestra considerando varios índices, excepto por valor inferior del GFI<sup>26</sup>. La información se encuentra en el cuadro 2.

Chi <sup>2</sup>	gl	Chi <sup>2</sup> /gl	p	GFI	RMSEA	NNFI	CFI	PNFI
342.94	76	4.5	.000	.79	.084	0.94	0.95	.76

Nota. GFI = Goodness Fit Index, RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation, NNFI = Non-Normed Fit Index, CFI = Comparative Fit Index, PNFI = Parsimony Normed Fit Index.

Cuadro 2. Índices de ajuste global para el modelo factorial hipotetizado.

Fuente: Elaboración propia.

Todas las cargas factoriales resultaron significativas. El parámetro de la LAMBDA más bajo se obtuvo para el elemento 13 del cuestionario, que pertenece a la subescala del factor 1.  $\lambda = .39$ . La relaciones entre los dos factores, pérdida del control y a favor del control con las puntuaciones invertidas, fueron positivas (0.45,  $p < .05$ ), lo que permite afirmar que estas dos dimensiones no son estimaciones inversas del mismo constructo, ver figura 1.

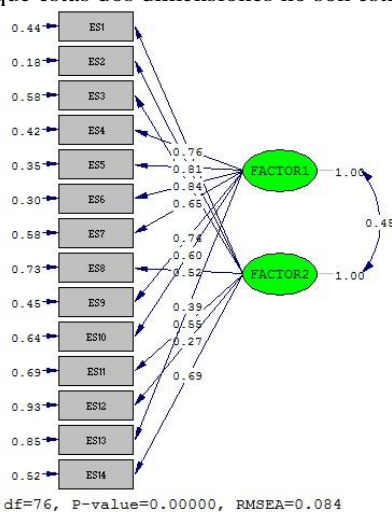


Figura 1 Análisis Factorial Confirmatorio del PSS

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Factor 1: Pérdida del control; Factor 2 A favor del control

## Discusión

El proyecto de investigación del Doctor Eduardo Remor, en el cual se analizó una muestra de 440 adultos españoles, el alfa de Cronbach fue de 0.81 para la escala total<sup>11</sup>; en México la adaptación cultural realizada por los investigadores Mónica Teresa González Ramírez y René Landero Hernández, en el cual se consideró una muestra de 283 mujeres estudiantes, mostró resultados en los que se establecieron una adecuada consistencia interna ( $\alpha=0.83$ )<sup>12</sup>; ambos estudios presentaron resultados similares al alfa de Cronbach encontrado en el presente estudio que alcanzó el valor de 0.82. Los dos factores, pérdida del control y a favor del control con las puntuaciones invertidas, han alcanzado valores de confiabilidad alfa de Cronbach adecuados tanto en el presente estudio (factor 1  $\alpha=0.83$ ; factor 2  $\alpha=0.74$ ) como en el estudio de González y Landero (factor 1  $\alpha=0.83$ ; factor 2  $\alpha=0.78$ )<sup>12</sup>.

Cabe mencionar que si bien las saturaciones factoriales resultaron adecuadas, con los ítems contribuyendo a la consistencia interna, una excepción aparece en el ítem 13, “con qué frecuencia has podido controlar la forma de pasar el tiempo (organizar)”, es importante mencionar que al tiempo de su eliminación se incrementaba el alfa de Cronbach de la escala. No obstante, este elemento ha obtenido un valor adecuado en los parámetros referidos en el estudio previo realizado en México, elaborado por González y Landero<sup>12</sup>.

En cuanto a la validez de constructo, la adaptación cultural para México realizada por los investigadores Mónica Teresa González Ramírez y René Landero Hernández<sup>12</sup>, mostró estadísticos de ajuste aceptables, al igual que el presente trabajo de investigación.

Es importante discutir el nivel moderado de estrés psicológico en personal de enfermería encontrado en el presente estudio (2.89), este es superior al encontrado en el centro de México en el mismo gremio de enfermería durante el año 2015 (2.44), la confiabilidad del PSS es similar ( $\alpha=0.82$  y  $\alpha=0.80$  respectivamente), así como los índices del modelo estructural: GFI=.79 y GFI=.89, RMSEA=.084 y RMSEA=.030, NNFI=.94 y NNFI=.99, CFI=.95 y CFI=.92, PNI=.76 y PNI=.79, los cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos<sup>14</sup>.

## Conclusiones

Se puede concluir que el PSS reúne los suficientes requisitos de consistencia interna y validez de constructo como para ser empleado en la estimación del estrés psicológico en personal de enfermería en el norte de México.

Como recomendaciones para seguir trabajando en la validación del modelo teórico del PSS se recomienda: a) realizar estudios que repliquen los resultados obtenidos con personal de enfermería que labore en otras latitudes en México; b) También es importante realizar estudios que contribuyan a la identificación de puntos de corte en el valor obtenido sobre la prevalencia del PSS; c) Una tercera vía de trabajo viene determinada por la necesidad de conocer mejor cómo progresa el PSS, por ello se recomienda realizar estudios longitudinales que analicen empíricamente la relación antecedentes-consecuentes del estrés psicológico.

## Limitaciones del estudio

Nuestro estudio tiene limitaciones en la muestra ya que no fue aleatoria respecto al personal de enfermería del Estado de Baja California, México, sino de conveniencia; Con respecto al modelo de ecuaciones estructurales, la cantidad relativa de varianza explicada por el modelo (GFI) alcanzó un valor de 79%.

## Responsabilidades éticas

Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales. Se resguardo de forma cuidadosa la identidad, confidencialidad y privacidad de cada uno de los participantes. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los participantes. Financiamiento, ninguno. Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Referencias bibliográficas

1. Folkman S, Lazarus R. Coping as a Mediator of Emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*.1988; 54:466-475
2. Lazarus R, Folkman S. *Stress, Appraisal and Coping*. Nueva York: Springer Publishing Company, Inc.1984.
3. Oblitas L. *Psicología de la salud y calidad de vida*. Australia: International Thompson Editores. 2004.
4. Torreblanca O. (2019). El estrés. Las estrategias. *Revista ¿Cómo ves?*, UNAM, México. <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/26/el-estres>
5. Lazarus R. Toward better research on stress and coping. *American Psychologist*, 2000; 58(9):756-757.
6. Cohen S, Kamarak T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behaviour*, 1983. 24:385-396.
7. Torres M, Vega E, Vinalay I, Arenas G, Rodríguez E. Validación psicométrica de escalas PSS-14, AFA-R, HDRS, CES-D, EV en puerperas mexicanas con y sin preeclampsia. *Revista Enfermería Universitaria*, UNAM. 2015. 12(3):122-133.
8. Carvajal A, Centeno C, Watson R, Martínez M, Sanz A. ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud? *Anales Sistemas Sanitarios Navarra*. 2011. 34(1):63-72. <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v34n1/revision1.pdf>
9. Remor E, Carroles J. Versión española de la escala de estrés percibido (pss14): estudio psicométrico en una muestra VIH +. *Revista Ansiedad y Estrés*. 2001. 7:195-201.
10. Cozzo G, Reich M. Estrés percibido y calidad de vida relacionada con la salud en personal sanitario asistencial. *PSIENCIA. Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 2016. 8, doi: 10.5872/psiencia/8.1.21



11. Remor E. Psychometric Properties of a European Spanish Version of the Perceived Stress Scale (PSS). *The Spanish Journal of Psychology*, 2006, 9(1):86-93.
12. González R. Landero H. Factor Structure of the Perceived Stress Scale (PSS) in a Sample from Mexico. . *The Spanish Journal of Psychology*. 2007. 10:180-199.
13. González R. Landero H. Psicología del estrés. En *Conceptos de Psicología* (Ed), México: Universidad Autónoma de Nuevo León; Trillas. 2008.
14. Brito J, Nava G, Juárez A. Validación factorial del cuestionario escala de estrés percibido en una muestra de enfermeras en Morelos, México. En Juárez, A. (Coord.). *Evaluación Psicosocial en el Trabajo: Investigaciones Psicométricas en Trabajadores Mexicanos*. Editorial Plaza y Valdez. 2015.
15. Flores V, Troyo S, Valle B, Vega L. Ansiedad y estrés en la práctica del personal de enfermería en un hospital de tercer nivel en Guadalajara. *Revista electrónica de psicología Iztacala*. 2010, 13(1):1-17.
16. Juárez A. Factores psicosociales laborales relacionados con la tensión arterial y síntomas cardiovasculares en personal de enfermería en México. *Revista de Salud Pública México*. 2007, 49, 109-117.
17. Martínez L, López S. Características del síndrome de Burnout en un grupo de enfermeras mexicanas. *Medigraphic.com*. 2005, 7(1):6-9.
18. Durand A. Reseña del manejo del estrés ocupacional en el personal de enfermería". *Redalyc.org*. 2006, 8(3):206-207.
19. Nabirye RC, Brown KC, Pryor ER, Maples EH. Occupational stress, job satisfaction and job performance among hospital nurses in Kampala, Uganda. *J Nurs Manag*. 2011; 19(6):760-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2834.2011.01240.x>
20. Brito J, Nava G, Brito N, Juárez A, López, M. Perceived stress and job performance in nurses: a structural analysis. *Revista Mexicana de Salud en el Trabajo (REMESAT)*. 2016, 8(Especial):10-17.
21. González N. Estrés en el ámbito laboral de las instituciones de salud. Un acercamiento a narrativas cotidianas. 2012. <http://www.scielo.org.mx/pdf/argu/v25n70/v25n70a9.pdf>
22. Piñeiro F. Estrés y factores relacionados en el personal sanitario de hospitalización psiquiátrica: un estudio de prevalencia. *Enfermería global*, 2013. 12(31). [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412013000300008](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412013000300008)
23. Hernández S. *Metodología de la Investigación*, Mc Graw Hill (ed), Marco metodológico, Segunda Edición. México. 2008:56.
24. Jöreskog K, Sörbo D. LISREL 8 user's reference guide. Uppsala, Sweden: Scientific Software International. 1996.
25. Arias-Galicia L.F. *Metodología de la investigación*, Trillas (ed), Recopilación de datos. Biblioteca técnica de psicología. Biblioteca de ciencias de la administración. México. 2007: 279-280
26. Byrne B.M. *Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming*. London: Lawrence Erlbaum Associates. 1998, (3):122-133.

### Apéndice

#### Cuestionario utilizado en la investigación

- ¿Con qué frecuencia has estado afectado/a por algo que ha ocurrido inesperadamente?
- ¿Con qué frecuencia te has sentido incapaz de controlar las cosas importantes de tu vida?
- ¿Con qué frecuencia te has sentido nervioso/a o estresado/a (lleno de tensión)?
- ¿Con qué frecuencia has manejado con éxito los pequeños problemas irritantes de la vida?
- ¿Con qué frecuencia has sentido que has afrontado efectivamente los cambios importantes que han estado ocurriendo en tu vida?
- ¿Con qué frecuencia has estado seguro/a sobre tu capacidad de manejar tus problemas personales?
- ¿Con qué frecuencia has sentido que las cosas te van bien?
- ¿Con qué frecuencia has sentido que no podías afrontar todas las cosas que tenías que hacer?
- ¿Con qué frecuencia has podido controlar las dificultades de tu vida?
- ¿Con qué frecuencia has sentido que tienes el control de todo?
- ¿Con qué frecuencia has estado enfadado/a porque las cosas que te han ocurrido estaban fuera de tu control?
- ¿Con qué frecuencia has pensado sobre las cosas que no has terminado (pendientes de hacer)?
- ¿Con qué frecuencia has podido controlar la forma de pasar el tiempo (organizar)?
- ¿Con qué frecuencia has sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puedes superarlas?



# APLICACIÓN MÓVIL PARA FOMENTAR EL LENGUAJE OTOMÍ EN NIÑOS DE LA ESCUELA PRIMARIA XICOTÉNCATL

Juan Andrés Bucio Saavedra<sup>1</sup>, Miryam Joselyn Zarate López<sup>2</sup>, Reyna González Cerezo<sup>3</sup>, I.S.C Ambar González Guadarrama<sup>4</sup>, M.I.S.C Antonio Soto Luis<sup>5</sup>

## Resumen

El presente artículo exhibe la evolución de los servicios de telefonía móvil contextualizados en las diferentes generaciones tecnológicas, las características del software para dispositivos móviles y una propuesta de método de trabajo para el desarrollo de aplicaciones para móviles. El método se basa en la conceptualización de las tecnologías y las metodologías ágiles para el desarrollo de software y estrategias enseñanza-aprendizaje, y su objetivo principal es facilitar la creación de nuevas aplicaciones y servicios exitosos. Mediante el cual se desarrolla la aplicación para fomentar la práctica del vocabulario simple como son los números, colores, animales y ropa en Otomí a niños de Tercer grado de primaria en la escuela Xicoténcatl en el municipio de Amanalco siguiendo una metodología ágil para su elaboración.

## Palabras Clave

Aplicación, Móvil, Fomentar, Otomí, Juego y Técnica.

## Introducción

Cada día son más los usuarios que utilizan dispositivos móviles, lo que ha convertido a estos dispositivos en una parte esencial de la vida cotidiana de las personas, debido a las mejoras tanto en la posibilidad de adquisición y en el desarrollo de software. Con las nuevas tendencias de aplicaciones móviles se pretende dar a conocer el lenguaje Otomí en las nuevas y futuras generaciones siendo este lenguaje del Estado de México.

En el transcurso de los años el lenguaje otomí ha desaparecido por las siguientes razones: burlas hacia los alumnos, falta de práctica del lenguaje por pena, poco interés que muestran las nuevas generaciones, por este motivo los padres dejaron de enseñarles y los pocos que lo hablan y entienden ya no lo hacen en público.

En la actualidad los padres no están interesados en que sus hijos aprendan Lenguas indígenas de su región ya que es más beneficioso para ellos que sus hijos aprendan otros idiomas, puesto que son más utilizados, esto es un gran problema debido a que se van perdiendo las raíces e identidad mexicana de cada individuo y esto ocasiona que se adopten tradiciones extranjera por lo cual, poco a poco se ha ido perdiendo.

Por lo tanto se desarrolla una aplicación móvil para fomentar el uso del lenguaje otomí en la comunidad de San Lucas municipio de Amanalco Estado de México ya que de 1300 habitantes solo 27 de edad adulta lo hablan y lo entienden, pero no lo saben escribir y 59 personas lo entienden, pero no lo hablan; es por ello que OTOMAPP permitirá que los alumnos de tercer grado de la escuela primaria Xicoténcatl conozcan y practiquen de una manera divertida el lenguaje Otomí.

¿Cómo Fomentar el lenguaje Otomí?

---

<sup>1</sup> Juan Andrés Bucio Saavedra estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios de Valle de Bravo, México [juanbucio303@gmail.com](mailto:juanbucio303@gmail.com)

<sup>2</sup> Miryam Joselyn Zarate López estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios de Valle de Bravo, México [joselynzarate28@gmail.com](mailto:joselynzarate28@gmail.com)

<sup>3</sup> Reyna González Cerezo estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios de Valle de Bravo, México [reynis.9gonzalez@gmail.com](mailto:reynis.9gonzalez@gmail.com)

<sup>4</sup> I.S.C Ambar González Guadarrama docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios de Valle de Bravo, México [gonzalez\\_g.a@tesvb.edu.mx](mailto:gonzalez_g.a@tesvb.edu.mx)

<sup>5</sup> M.I.S.C Antonio Soto Luis docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios de Valle de Bravo, México [soto\\_la@tesvb.edu.mx](mailto:soto_la@tesvb.edu.mx)

Con la investigación realizada se observó que una buena estrategia para fomentar en los jóvenes es el desarrollo de herramientas digitales tal como una aplicación móvil, en la cual trate temas relacionados a vocabulario como números, animales, ropa, saludos, colores.

¿Porque una aplicación para fomentar el lenguaje Otomí?

De acuerdo a las estadísticas de la INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) el lenguaje Otomí posee un 3% de hablantes que solo hablan ese idioma.

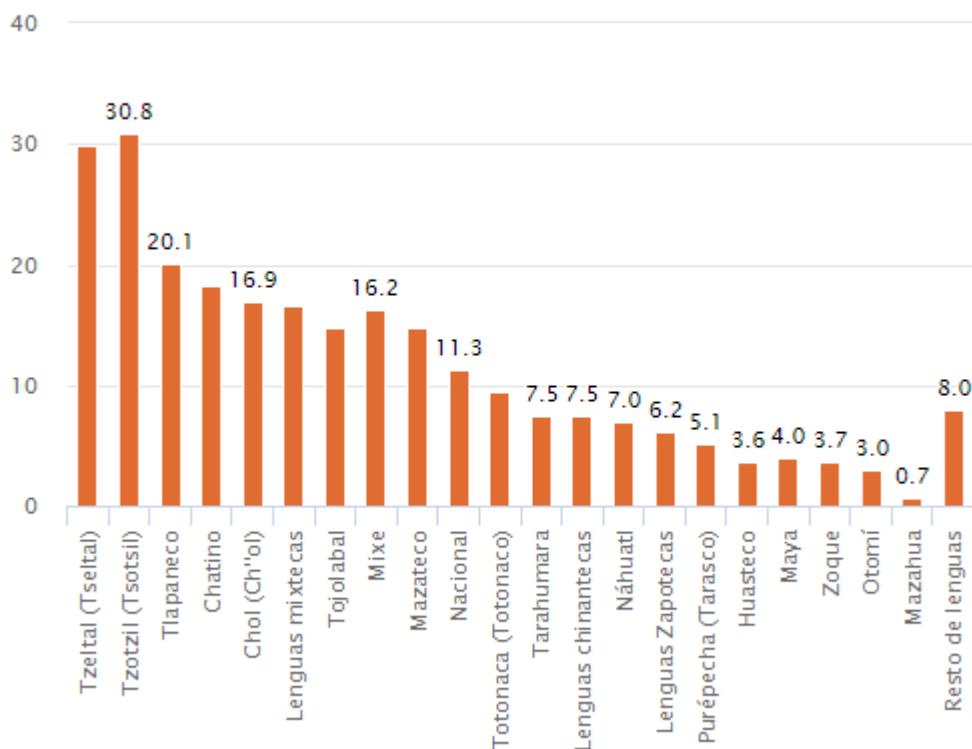


Figura 1 Estadísticas del porcentaje de hablantes por lenguaje

(inegi, 2015)

Por otra parte Según COESPO (Consejo Estatal de Población) las lenguas indígenas más habladas en el estado de México es el Otomí con un 25.36% de Hablantes.

Lengua indígena	% de población de 3 años y más que habla lengua indígena	Lengua indígena	% de población de 3 años y más que habla lengua indígena	Lengua indígena	% de población de 3 años y más que habla lengua indígena
Mazahua	29.55	Tzeltal	0.2	Tojolabal	0.01
Otomí	25.36	Amuzgo	0.19	Pame	0.01
Náhuatl	17.58	Tepehua	0.19	Tepehuano insuficientemente especificado	0.01
Mixteco	7.52	Tsotsil	0.13	Popolucano insuficientemente especificado	0.01
Mazateco	4	Cuicateco	0.1	Chocholteco	0
Zapoteco	3.57	Huave	0.06	Chichimeco Jonaz	0
Totonaco	2.77	Ch'ol	0.06	Mam	0
Mixe	1.43	Otras lenguas de América	0.06	Cora	0
Chinanteco	0.68	Huichol	0.05	Lacandón	0
Tiapaneco	0.53	Zoque	0.04	Pima	0
Maya	0.49	Chatino	0.04	Kaqchikel	0

Figura 2 Estadísticas de lengua indígena en el Estado de México

(coespo, 2015)

Con base en las estadísticas de la información recabada por la INEGI y COESPO se observó que es de suma importancia fomentar dicho lenguaje ya que si no se actúa las raíces mexicanas desaparecerán.

¿Por qué desarrollar una aplicación para el S.O(Sistema Operativo)?

Según Xatakamovil Android es el Sistema Operativo más popular con un crecimiento exponencial desde el 2009 al 2019 con un 88.9% de usuarios que utilizan.

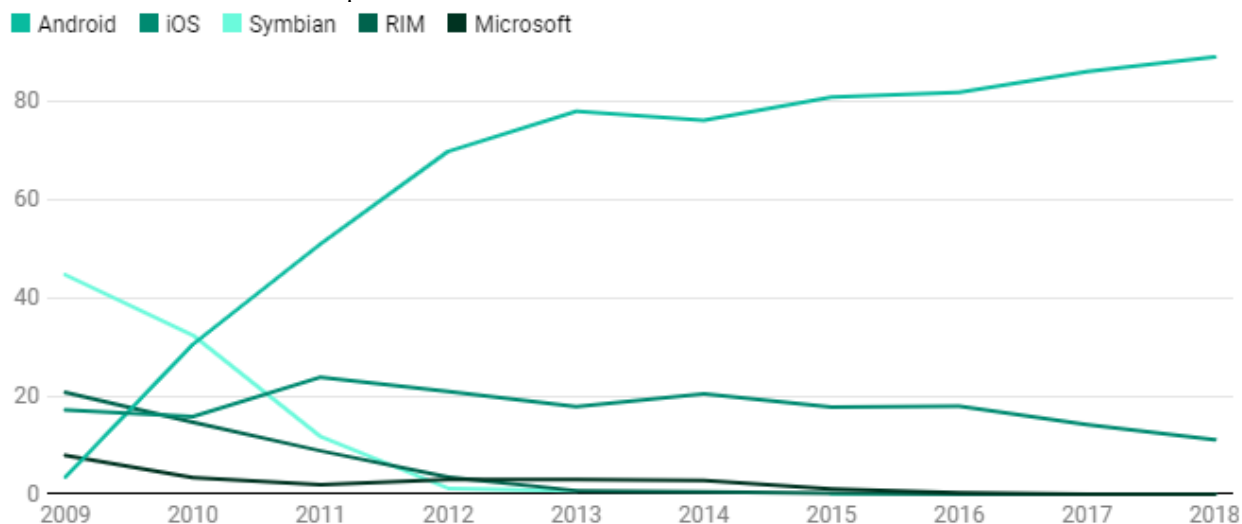


Figura 3 Gráfica de los Sistemas Operativos más utilizados del 2009 al 2018

(NIETO, 2019)

Por lo tanto se observó que el sistema operativo ideal para desarrollar una aplicación es Android ya que su porcentaje en el mercado actual es de 88.9%, además tiene otras características sobresalientes como versatilidad, código libre, amplio soporte de técnico.

#### Descripción de Método o Metodología

Las metodologías ágiles se basan en valores y principios establecidos en el manifiesto ágil, que permiten a los equipos la entrega rápida de software de alta calidad y que responden a los cambios que puedan surgir mediante el desarrollo del proyecto.

En la actualidad existen varias metodologías ágiles, entre las más notables y aplicables se encuentran XP y Scrum, junto con estas también se tiene SUM, esta metodología adapta para videojuegos la estructura y roles de SCRUM.

Se muestra la comparación de las metodologías mencionadas anteriormente en donde se observan ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Metodología	Descripción	Ventajas	Desventajas
-------------	-------------	----------	-------------

XP	Es una metodología para equipos de desarrollo que pueden tener un tamaño pequeño o mediano (de dos a diez programadores), que promete enfrentarse a la imprecisión y los cambios rápidos de los requerimientos del proyecto.	Ofrece proyección de software de calidad y se preocupa de los límites de tiempo. Prueba detenidamente todos los aspectos del software, lo que produce un software de calidad. El proceso de desarrollo puede ser completamente visualizado y medido. Los casos de estudio son sencillos.	Impone un desarrollo basado en el código, no en el diseño. La documentación del diseño es escasa. Es difícil de implementar pues requiere de grandes equipos de desarrolladores, además de una gran disciplina para completar el proyecto. El diseño incremental no favorece a los requerimientos de software actuales.
SCRUM	Es un marco de trabajo iterativo e incremental que se centra en la entrega de un producto al final del periodo de trabajo al que se le denomina Sprint, y en el caso del software, se refiere a que el código sea integrado, probado y puede ser potencialmente productivo.	Promueve una acelerada corrección de errores. Ofrece fácil visualización de la implementación del proyecto. Promueve la entrega de software de calidad dentro de los cronogramas. Ofrece realimentación permanente de los clientes.	Falta de tiempos límites permite que el usuario siga solicitando cambios. Los requerimientos deben ser perfectamente definidos para que se pueda hacer una estimación real de costos y tiempos.
SUM	El ciclo de vida se divide en fases iterativas e incrementales que se ejecutan en forma secuencial con excepción de la fase de gestión de riesgos, que se realiza durante todo el proyecto.	Los casos de estudios son fáciles de entender. Promueve detección y corrección de errores de forma temprana. Promueve la entrega de prototipos de calidad en corto tiempo. Es adaptable a Cambios. El desarrollo de software puede ser sobre cualquier tecnología. Alto grado de participación del cliente. Equipos pequeños (de 2 a 7 integrantes).	El equipo debe estar enteramente involucrado y comprometido con el proyecto para que este sea exitoso.

Tabla 1 Metodologías ágiles para el desarrollo de aplicaciones móviles

Considerando estas premisas y después ser analizados y estudiados las características de las metodologías, se observó que la mejor alternativa es utilizar SUM, por las varias ventajas que presenta frente a las demás. Por ello a continuación se describe cada una de las fases que se han implementado en el desarrollo de la aplicación.

#### Fases del Ciclo de Desarrollo SUM

##### Fase I.- Concepto

En esta primera fase, definen los principales aspectos del juego como visión, genero, gameplay, características, ambientación, plataformas tecnológicas y herramientas de desarrollo.

##### Fase II.- Planificación

En esta fase se establecen cuantas iteraciones se realizaran y se especifican los hitos que se deben cumplir.

#### Fase III.- Elaboración

El propósito de esta fase es el proceso de la elaboración del videojuego.

#### Fase VI. - Beta

Tiene como propósito eliminar la mayor cantidad de errores posibles y evaluar distintos aspectos no funcionales del videojuego.

#### Fase V.- Cierre

Tiene como propósito poner a disposición del cliente la versión final del videojuego y evaluar el proyecto. (Granda, 2015)

#### Análisis de estrategias enseñanza-aprendizaje

Se definen como los procedimientos o recursos utilizados por docentes para lograr aprendizajes significativos en los alumnos.

El empleo de diversas estrategias permite lograr un proceso activo del aprendizaje al alumno por tal motivo se implementan estrategias enseñanza-aprendizaje con ayuda de diferentes metodologías como:

- Metodología GBL
- Lingüísticas
- Lógica-matemática
- Aprendizaje CSCL

Estas metodologías ayudan a que los alumnos se desarrollen de forma más eficiente en las actividades que se implementan en la aplicación móvil que se desarrolló ya que fomentan el aprendizaje cooperativo y la resolución de problemas.

El uso de juegos de memoria tales como memorama es muy provechosos ya que refuerza la capacidad de memoria de los alumnos y en consecuencia beneficia a la capacidad de retención de información.

#### Herramientas de desarrollo para una aplicación móvil

En la actualidad existen distintos métodos y herramientas para desarrollar un videojuego como Unreal Engine, Unity3D, cada uno tiene su propio lenguaje de programación ya sea C#, C++, JavaScript.

#### Ventajas de Unity3D

- Tiene una amplia cantidad de documentación disponible
- Posee una comunidad muy activa
- Curva de aprendizaje fácil
- Versatilidad
- Uso de lenguaje de programación C# con el paradigma Orientado a Objetos
- Integración de características como plugins, servicios de Google, servicios de Facebook.

#### Desventajas de Unity3D

- Mala gestión de la memoria
- Multitud de parches y de bugs

#### Ventajas de Unreal Engine.

- Ofrece un control completo de su engine
- Ofrece una gran calidad y potencia en el apartado de la iluminación global y sombras
- Ofrece una gran cantidad de documentación

#### Desventajas de Unreal Engine.

- La curva de aprendizaje es difícil
- Los conceptos que utiliza son algo liosos

- Poca optimización en los proyectos orientados a dispositivos móviles (Mula, 2017)

Analizando los pros y contras de estas dos herramientas se concluye que el motor gráfico adecuado para desarrollar la aplicación es Unity3D ya que posee más ventajas y nos permite una mayor optimización en proyectos para dispositivos móviles.

#### Desarrollo de la aplicación

Se desarrollaron distintos módulos los cuales hacen mención de diferentes temas como colores, números, animales, ropa.

En las siguientes figuras se muestra algunos módulos en su etapa de desarrollo.

La primera figura se observa el módulo de creación de avatar en la cual se interactúa con la ropa, ojos, pelo del avatar.

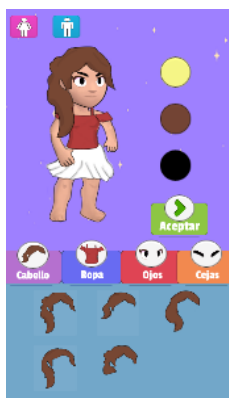


Figura 4 Módulo Creación de Avatar

La segunda figura se observa el botón del juego para el repaso de números.

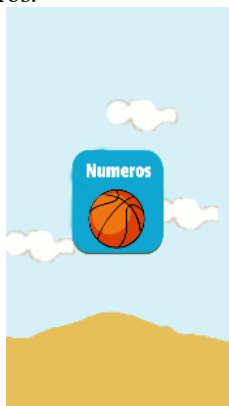


Figura 5 Módulo juego de números

La tercer figura muestra el top 5 de los puntajes mas altos.



Figura 6 Top de puntuaciones más altas

La cuarta figura muestra el módulo de registro en el cual se capturan datos personales del usuario.



Figura 7 Registro de usuario

#### Comentarios Finales

La utilización de la metodología SUM resulto adecuada, pues debido a que es una variación de SCRUM y a la amplia documentación provista por sus creadores su aplicación y seguimiento se facilita.

El Framework Web API resulto útil, pues su configuración es sencilla y permite generar las operaciones de lectura, escritura y actualización.

El IDE utilizado para el desarrollo de la aplicación obliga al desarrollador a seguir el paradigma de programación orientada a objetos.



Se sigue con el desarrollo de la aplicación móvil tomando en cuenta los requisitos funcionales para una buena ejecución y satisfacción del usuario final.

#### Resumen de resultados

Se realizaron encuestas a los alumnos de tercer grado en la escuela primaria Xicoténcatl con el objetivo de verificar si la realización del proyecto era factible, se obtuvieron resultados favorables, el 90% de los alumnos mostraron intereses por aprender el lenguaje Otomí por medio de la aplicación OTOMAPP. Cabe destacar que de igual forma se aplicaron encuestas a los padres de familia para que ellos también fomenten el aprendizaje y rescate de este lenguaje.

#### Conclusiones

Con los resultados obtenidos surge la necesidad de seguir actualizando la aplicación para tener más eficiencia en la ejecución, asimismo contar con los materiales indispensables para la realización de la aplicación.

#### Recomendaciones

Se recomienda un período considerable de entrenamiento en el lenguaje de programación propietario de la plataforma Android pues la curva de aprendizaje es elevada cuando se está iniciando.

Se recomienda el uso de un dispositivo físico para realizar las pruebas.

Es recomendable que el proyecto se configure de forma correcta para garantizar la compatibilidad de la aplicación con los diferentes dispositivos Android que hay en el mercado.

Es recomendable el uso de una herramienta como postman que permite realizar peticiones HTTP a la APIrest para garantizar que las comunicaciones.

Es indispensable utilizar el formato json ya que su tamaño es muy comprimido.

#### Trabajos Futuros

Se pretender realizar un traductor de español a otomí y de otomí a español, integrando con las nuevas tecnologías de desarrollo.

#### Referencias

- A., B. C. (2016). *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON.
- coespo. (2015). *coespo*. Obtenido de coespo: <http://coespo.edomex.gob.mx/indigenas>
- Granda, E. L. (2015). *Desarrollo de un Videojuego para la*. LOJA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.
- inegi. (2015). *inegi*. Obtenido de inegi: <https://www.inegi.org.mx/temas/lengua/>
- Mula, J. (21 de Noviembre de 2017). *deustoformacion*. Obtenido de deustoformacion: <https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-produccion-audiovisual/pros-contras-programar-unity-vs-unreal-engine>
- NIETO, J. G. (7 de Enero de 2019). *xatakamovil*. Obtenido de xatakamovil: <https://www.xatakamovil.com/sistemas-operativos/asi-como-android-se-ha-comido-mercado-diez-anos>
- Roberto, H. S. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- S., P. R. (2010). *Ingeniería del Software*. México: Mc Graw Hill.
- Sanchez Salvador, S. M. (2015). *Ingeniería del Software*. México: Alfaomega.

# UN ESPECTRÓMETRO RAMAN EXPERIMENTAL DE BAJO COSTO CON ELEMENTOS ÓPTICOS SENCILLOS

Msc. Reinier Cabrera Cabañas<sup>1</sup>,  
Dr. Julio César Martínez Romo<sup>2</sup> y Dr. Francisco Javier Luna Rosas<sup>3</sup>

**Resumen-** En el presente trabajo se realiza el uso de la instrumentación como alternativa científica a través del diseño de un espectrómetro Raman. El mismo puede ser ensamblado haciendo uso de componentes ópticos comerciales por un precio inferior a los 31,635 PMX. El equipo podría ser utilizado para el análisis de muestras en diferentes estados obteniendo una buena calidad en los espectros con suficiente resolución, los aspectos de construcción, calibración y resultados son explicados detalladamente.

**Palabras claves -** Dispersión, Espectroscopía Raman.

## INTRODUCCIÓN

La espectroscopía Raman es capaz de darnos información detallada acerca de la estructura molecular de cualquier tipo de material. Varios tipos de espectroscopía Raman han sido usados por muchos años para investigar una amplia variedad de preguntas, que van desde los cambios moleculares implicados en la visión del color[1] hasta el análisis de complejas estructuras moleculares de compuestos inorgánicos en solución[2]. La misma a diferencia de la espectroscopía infrarroja puede ser utilizada en el análisis de disoluciones acuosas, propiedad que la hace especialmente valiosa en el campo de la física y la química. Muchas aplicaciones han sido destacadas en el campo de la biología, monitoreo ambiental, el arte, control de calidad en la industria y la medicina por solo nombrar algunas de estas[3][4].

La espectroscopía Raman proporciona información sobre vibraciones moleculares totalmente simétricas, en la mayoría de los libros de física- Química podemos encontrar información detallada sobre esta técnica[5].

Promover el análisis de espectros Raman permite obtener información sobre las constantes de fuerza, que se puede comparar con teorías predictivas de enlaces químicos. La información disponible de la espectroscopía Raman permite oportunidades valiosas para incluir el análisis computacional dentro de este campo.

## ESTADO DEL ARTE

### Espectroscopía Raman

La espectroscopía Raman se basa en el análisis de la luz dispersada por la muestra examinada al hacer incidir sobre esta un haz de luz monocromática (Láser). Cuando esto sucede solo una pequeña parte de esta luz que se dispersa presenta cambios en la frecuencia respecto a la luz incidente los cuales son producidos por las vibraciones o rotaciones intensas que se dan dentro de la molécula y que son característica de la composición molecular de cada material. Esta técnica ha despertado gran interés en los últimos años ya que permite analizar compuestos de diversos tipos que se encuentren en cualquier estado: sólido, líquido o gaseoso, la misma es aplicable a numerosos ámbitos ya que se puede utilizar en la identificación de varios tipos de compuestos y materiales[6][7].

Uno de los fenómenos que pueden ocurrir cuando la luz interactúa con la materia es la dispersión, en este caso los fotones que inciden son dispersados por la molécula, las cuales emiten y absorben fotones.

Podemos definir dos fenómenos distintos dependiendo de la energía del fotón emitido con respecto a la energía del fotón absorbido. La Dispersión Rayleigh que ocurre cuando se emiten fotones de igual energía a los absorbidos, y la dispersión Raman cuando la energía de los fotones emitidos es distinta a la de los absorbidos. La dispersión Raman se trata de un fenómeno inelástico de intercambio de energía entre los fotones y la nube electrónica de la molécula, producto a la interacción entre estos la molécula es llevada a un estado electrónico "virtual" el cual es rápidamente abandonado y vuelve a uno de sus estados electrónicos "estables". La energía del fotón emitido depende de la diferencia de energía entre el estado electrónico inicial y final de la molécula excitada. Cuando los fotones emitidos tienen mayor energía (menor longitud de onda) que los incidentes se habla de dispersión Anti-Stokes y en el caso contrario de dispersión Stokes. Ambos efectos son muy débiles ya que ocurren en uno de cada  $10^6$ - $10^8$  fotones dispersados. A través del espectro Raman podemos obtener una "huella digital" que representa el conjunto de frecuencias característico de la estructura molecular de la muestra, todo esto debido a que la diferencia de energía entre los fotones incidentes y los fotones emitidos se traduce en un cambio en la energía vibracional de las moléculas, cuyos estados dependen de la masa de los átomos que la componen y la fuerza de unión de sus enlaces, por lo tanto, los fotones emitidos guardan una particular relación con la naturaleza de la muestra iluminada.

El fenómeno de dispersión más común en la naturaleza es la interacción elástica entre los fotones y moléculas la cual ocurre cuando la energía de los fotones emitidos es igual a la energía de los fotones absorbidos y la molécula excitada vuelve al mismo estado electrónico en el cual se encontraba antes de la interacción. Este fenómeno se conoce como dispersión Rayleigh y su efecto sobre la luz solar en la atmósfera es la principal razón de que el cielo sea azul[8].

<sup>1</sup> El Msc. Reinier Cabrera Cabañas es estudiante del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. [cabrera1988reinier@gmail.com](mailto:cabrera1988reinier@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Julio César Martínez Romo es Profesor titular en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. [jucemero@yahoo.com](mailto:jucemero@yahoo.com)

<sup>3</sup> El Dr. Francisco Javier Luna Rosas es Profesor titular en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes. [fcoluna2000@yahoo.com.mx](mailto:fcoluna2000@yahoo.com.mx)

En la Figura 1 podemos observar estos dos fenómenos.

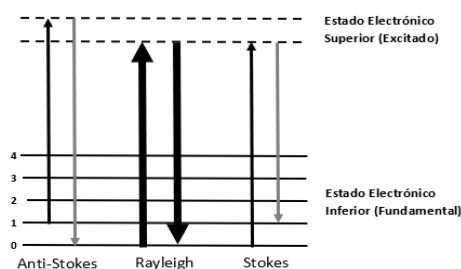


Figura 1 Proceso de dispersión Raman y Rayleigh.

Como se había mencionado cada espectro Raman está formado por una banda que posee la misma frecuencia de la radiación incidente (correspondiente a la dispersión Rayleigh), y otras bandas de menor intensidad desplazadas respecto a la anterior (bandas Stokes y Anti-Stokes).

Generalmente, la representación de estas bandas de dispersión se hace en función del número de onda normalizado  $\bar{\nu}$  en lugar de utilizar la longitud de onda o la frecuencia. El número de onda se define como la cantidad de longitudes de onda que caben en un centímetro y se expresa como:

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} [\text{cm}^{-1}] \quad (1)$$

La IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) recomienda graficar el espectro Raman en un sistema cartesiano de escala lineal en el cual, el desplazamiento del número de onda en  $\text{cm}^{-1}$  se presenta en las abscisas y la intensidad de la luz en las ordenadas.

El conjunto de todas las bandas Raman es una característica única para cada material analizado por lo cual se hace esencial la adquisición precisa de la posición de cada banda para la determinación de la estructura molecular que lo compone. En muchas ocasiones la adquisición precisa del espectro se dificulta debido a la existencia de múltiples fuentes de ruido capaces de enmascarar completamente al efecto Raman. La calidad de la información obtenida del espectro de una muestra no solo depende de las bandas Raman detectadas sino también de la relación de intensidades entre la señal útil y las distintas fuentes de ruido inherentes al proceso de medición y a la naturaleza de la muestra analizada.

### Proyectos similares

Muchos han sido los trabajos que se han desarrollado a lo largo de los años en el tema de espectroscopía Raman incluso en muchas ocasiones los investigadores se dedican a la difícil tarea de diseñar ensamblar y calibrar el equipo de espectroscopía ya sea por garantizar que funcione con la mayor eficiencia para una aplicación determinada o por disminuir los altos costos que los mismos tienen actualmente en el mercado. En [9] (A Homemade Cost Effective Raman Spectrometer with High Performance) se describen las características de un espectrómetro Raman casero, fácil de construir y de bajo costo, y se presenta y discute su desempeño. El instrumento utiliza un puntero láser verde para la excitación de la señal de muestras líquidas transparentes, en modo de transmisión, la resolución espectral es de aproximadamente  $15\text{cm}^{-1}$  y el sensor de luz del espectrómetro es una cámara EOS DSLR; Los aspectos de construcción, operación, calibración y procesamiento de imágenes se explican en detalle. La luz viaja a través de una fibra óptica de sílice fundida de 1,5 metros con un diámetro de trabajo de 200 micras, que ilumina un espejo plano. La luz se refleja en una rejilla holográfica reflectante de 50 mm por 50 mm (1200 ranuras / mm). La luz dispersa ilumina la lente del objetivo de una cámara digital, ubicada en frente de la rejilla y actuando como detector de luz, permitiendo que cada espectro sea capturado como una fotografía digital, de tal forma que los valores registrados en cada píxel tengan dependencia lineal en la potencia de luz recibida. Para comprobar el resultado del equipo se analizó una muestra de benceno para el cual se obtuvieron buenas relaciones señal / ruido y señal / fondo, así como una buena resolución espectral, permitiendo la detección visual inmediata de al menos siete picos Raman del compuesto.

Otro ejemplo lo podemos ver en [10] (High performance Raman spectroscopy with simple optical components) en el cual se describen varias configuraciones experimentales simples para la observación de la dispersión Raman en líquidos y gases con el objetivo de comprender el fenómeno de la Espectroscopía Raman. Algunas extensiones incluyen un divisor de haz económico y un filtro de color, en este trabajo se evita el uso de filtros de muesca en todas las configuraciones. Estos sistemas representan algunos de los espectrómetros Raman más simples, pero de última generación para fines de enseñanza / demostración y producen datos de alta calidad en una variedad de situaciones. En el mismo se muestran ejemplos de datos obtenidos con estas configuraciones y se destaca su valor para comprender la espectroscopia Raman.

En [11] se describe un espectrómetro Raman modular que puede ser ensamblado con un precio por debajo de los \$ 5000 USD basado en detección por CCD. En el mismo se representan 3 diferentes aplicaciones, una demostración del efecto de isótopo vibratorio y dos experimentos, uno de polarización y otro de Raman de Resonancia. Todos los espectros fueron tomados utilizando un ND/YAG doblado a 10 mW de potencia con una longitud de onda de 532 nm, el tiempo de integración de 45 a 60 segundos.

<sup>1</sup> El láser de Nd:YAG está compuesto por un granate de itrio y aluminio, contaminado por neodimio. Emite a una longitud de onda de 1064 nm, en el infrarrojo cercano. Este láser también puede doblar su frecuencia, creando una longitud de onda de 532 nm que es más absorbida por la melanina y se usa para el tratamiento de lesiones pigmentadas superficiales benignas.

Este espectrómetro es capaz de producir espectros Raman de líquidos puros, soluciones concentradas de sales de oxianión y dispersores Raman de resonancia utilizando excitación láser con potencias tan bajas como 10 mW. (láseres con potencias mayores permitirán la observación de espectros de soluciones con concentraciones más bajas o Dispersión Raman de resonancia menos eficiente.) Debido a que el detector CCD multiplexa el espectro de Raman, los espectros se pueden obtener en una cantidad más corta de tiempo de lo que se necesita con un monocromador de escaneo, permitiendo a los estudiantes más tiempo para investigar los efectos de polarización.

En [12] tenemos la descripción de un espectrómetro Raman construido por investigadores de la Universidad de Sheffield, el mismo utiliza un puntero láser verde para iluminar la muestra a través de un objetivo de microscopio. La radiación Raman retrodispersada es colimada por el mismo objetivo, la luz del láser verde está bloqueada por un filtro y la radiación Raman restante se enfoca en una fibra de vidrio que está conectada a un espectrómetro visible con un detector de CCD de matriz de diodos lineal. Las señales se transfieren a través de una conexión USB a una computadora donde se procesan y se muestran.

## DESARROLLO Y RESULTADOS

Como se habíamos mencionado anteriormente la señal Raman es muy poco intensa por lo que se hace necesario que el diseño del equipo se enfoque en la reducción de las pérdidas y el aumento de la sensibilidad. Teniendo en cuenta la notable disminución de los costos de los accesorios para óptica en general y la facilidad de estos para ser integrados a un sistema en este trabajo nos hemos dado a la tarea de conseguir versiones comerciales de algunos subsistemas.

### Accesorios ópticos y electrónicos.

Las etapas de diseño que componen el espectrómetro y el detector se han obtenido en una sola unidad que ha sido ensamblada por el vendedor. El diseño cuenta con un Espectrómetro de Transformada dispersiva tipo Czerny-Turner cruzado construido por B&W Tek (Model BTC 110S) con una rendija de entrada de tamaño fijo igual a  $25\mu\text{m}$ , y una rejilla de difracción de 1800 líneas/mm optimizada para trabajar a  $532\text{nm}$ ; el detector (marca SONY modelo ILX511A) es de tipo CCD, ya que brindan ventajas significativas en el campo de la espectroscopía, está compuesto por 2048 pixeles efectivos con un tamaño de  $14\mu\text{m} * 200\mu\text{m}$ , puede conectarse a la computadora a través del puerto USB y se opera a través de software compatible con Microsoft Windows™, versión XP o superior. A través de esta aplicación se puede configurar el Tiempo de Integración, el cual se define como el periodo de tiempo en el cual la luz detectada es acumulada, mientras mayor sea el tiempo de integración, mayor será el grado de detección, pero es posible que el detector se sature si el tiempo de integración es demasiado alto.

Como fuente de iluminación se seleccionó un láser de diodos y potencia máxima de salida de  $<1000\text{mW}$ . Las propiedades de coherencia espacial y temporal del láser hacen más fácil dirigir la luz hacia la muestra, y también mejoran el efecto Raman, ya que pueden concentrar mayor energía que una lámpara. Así mismo, su menor ancho espectral causa menores interferencias con la señal Raman en longitudes de onda cercanas a la longitud de onda del láser.

Dentro de los accesorios para la óptica que se adquirieron tenemos:

- Un filtro Notch a  $532\text{nm}$  con una densidad óptica de 6, el mismo bloquea la región del espectro comprendida alrededor de los  $532\text{nm}$  con un ancho espectral aproximado de  $15.2\text{nm}$ .
- Un filtro de línea (FL) con longitud de onda central de  $532\text{nm}$  y un ancho de banda de  $10\text{nm}$ , el mismo es usado para transmitir selectivamente un rango estrecho de longitudes de onda bloqueando al mismo tiempo el resto de las longitudes de que puedan ser transmitidas por la fuente de excitación, este filtro reduce notablemente el ancho espectral del láser y su costo es menor en comparación con una fuente de excitación con mejores características.
- Un divisor de haz (BS) optimizado para longitudes de onda en el visible en el rango de  $400\text{-}700\text{nm}$  con una relación de  $50/50$  transmisión/recepción, la misma garantiza que el haz de luz que regresa de la muestra como producto de la dispersión Raman atravesase perpendicularmente el filtro Notch para el mejor aprovechamiento de sus características. Estos divisores de haz están diseñados para ángulos de incidencia de  $45^\circ$  y son insensibles al grado de polarización de la luz.
- Una pantalla de bloqueo para suprimir las reflexiones secundarias del rayo láser en el divisor de haz para que no interfieran con nuestra señal.
- Dos lentes con características particulares para el enfoque de el haz de luz sobre la muestra, la recolección de los fotones dispersados por la misma y el enfoque de estos en la fibra óptica que los llevara al detector.

En la Figura 2 podemos observar el diagrama empleado. La luz que emerge del láser llega a la superficie del divisor de haz (BS) a través de un filtro de línea que se encarga de seleccionar un ancho espectral fino, la misma es dividida en dos haces. Uno de estos haces de luz continúa su recorrido hasta la lente L2 la cual se encarga de enfocarlos en un punto sobre la muestra y recolectar el esparcimiento Raman generado por la misma. La luz esparcida regresa al BS punto en el cual es reflejada hasta el filtro Notch el cual se encuentra ubicado de forma que se aprovechen al máximo sus características de bloqueo.

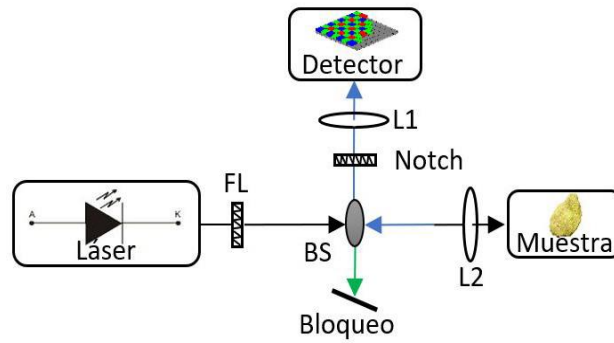


Figura 2 Diseño final del espectrómetro Raman.

El filtro se da a la tarea de transmitir la porción del espectro que se encuentra fuera de la banda de rechazo, luego la luz sigue el camino óptico hasta la lente L1 que se encarga de enfocar el haz de luz en la fibra óptica que enlaza al detector para ser analizada.

El espectrómetro que estamos utilizando soporta un tiempo máximo de integración de 65 segundos con una variación mínima de 50ms, en este rango se hicieron mediciones de un segundo y medio segundo manteniendo el promedio de las muestras en uno. El efecto del tiempo de integración sobre la calidad de la señal se presenta en la Figura 3. Los datos de la gráfica indican que la región entre 20 y 30 segundos tiene una buena relación entre el tiempo de exposición y la calidad de la señal, más allá de estos valores la mejora es marginal en comparación con el tiempo en que tarda en tomar una lectura.

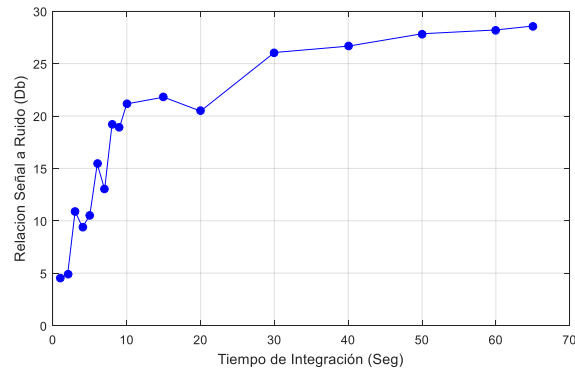


Figura 3 Comportamiento de la relación señal a ruido con la variación del tiempo de integración.

El software a través del cual se manipula el espectrómetro también permite promediar varios espectros obtenidos. Para determinar la influencia de este proceso sobre la calidad de la señal se adquirieron espectros con tiempos de exposición de 3 segundos. Los resultados se pueden apreciar en la Figura 4. Los gráficos indican que las mejoras más significativas en la calidad de la señal se obtienen entre 6 y 15 muestras pues a partir de esta cantidad se empiezan a ver afectados los picos menos intensos de la señal útil.

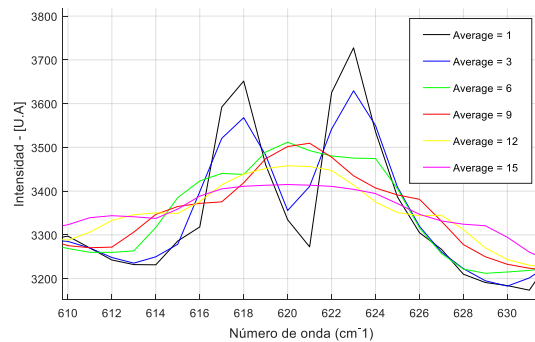


Figura 4 Comportamiento de la relación señal a ruido con el promedio entre muestras.

A partir de las características del slit y del grating se hace posible el cálculo de parámetros importantes como la Resolución Óptica (FWHM, por sus siglas en inglés, Full Width at Half Maximum) que no es otra cosa que la capacidad del espectrómetro para diferenciar una determinada banda de otra banda cercana.

$$Res. \text{ Óptica} = (Dispersión) * (Res. \text{ pixel}) = 1 \text{ nm} \tag{2}$$

El resultado de este cálculo nos indica que bajo estas circunstancias será posible identificar bandas que se encuentren a una distancia de **1nm** o menor.

La resolución Óptica se mantendrá con este valor mientras que la longitud de onda de inicio sea de **365 nm** y el rango espectral se mantenga de **335 nm**, pudiendo aumentar esta con la reducción del rango espectral.

Por otra parte, la Resolución espectral, que es la separación entre dos bandas de un espectro en función de la longitud de onda del haz de luz incidente es de  $35.33 \text{ cm}^{-1}$  teniendo en cuenta que la longitud de onda de diodo láser es de **532nm**.

### RESULTADOS

Para corroborar el buen funcionamiento del sistema en la configuración que se muestra en la Figura 2, en el siguiente apartado se obtuvieron los espectros Raman de algunos compuestos orgánicos e inorgánicos en estado sólido y líquido, los resultados se pueden observar en las Figura 5-8 en las cuales se resaltan las ubicaciones de los picos característicos de dichas sustancias cuyos resultados son comparables con los obtenidos por otros sistemas de carácter comercial.

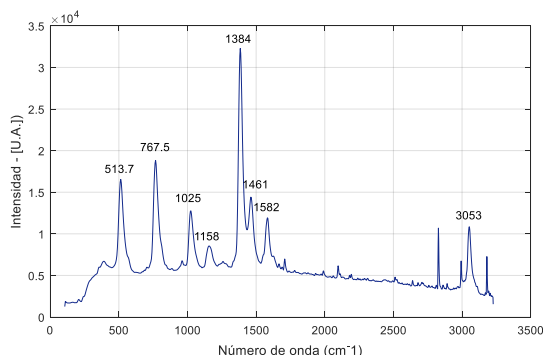


Figura 5 Espectro Raman del Naftaleno

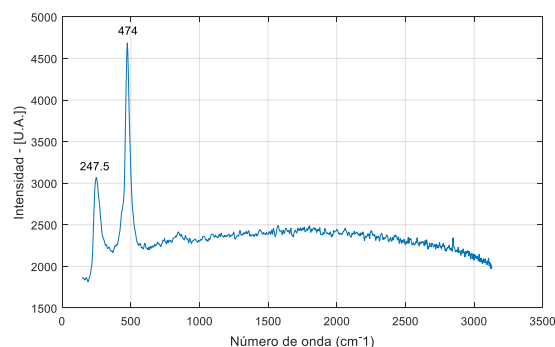


Figura 6 Espectro Raman del Azufre.

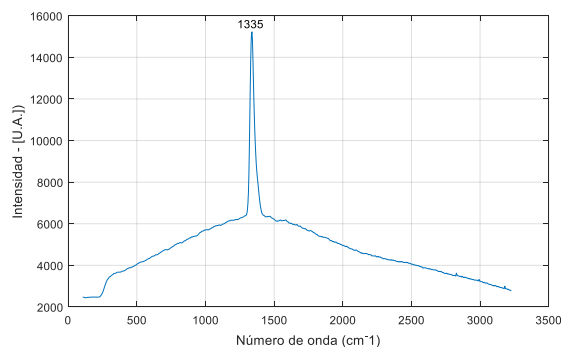


Figura 7 Espectro Raman del Diamante.



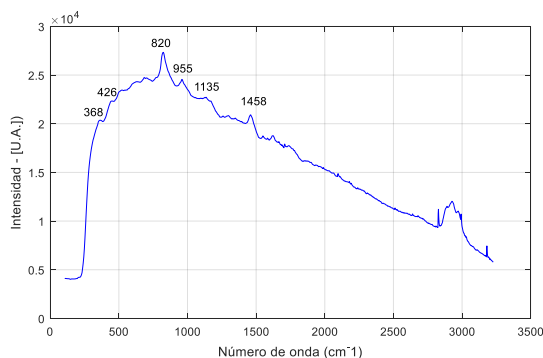


Figura 8 Espectro Raman del Alcohol isopropílico.

### CONCLUSIONES

Con este trabajo se ha demostrado que es posible la implementación de la instrumentación como alternativa científica. El espectrómetro Raman descrito en este trabajo corrobora que a través del uso de componentes de alta tecnología fácilmente disponibles en el mercado de consumo mundial es posible obtener equipos que combine muchas cualidades favorables como son: bajo costo, facilidad de construcción y calibración, confiabilidad y buen rendimiento, con características comparables con las reportadas en otros sistemas.

El instrumento exhibe una resolución de aproximadamente  $35 \text{ cm}^{-1}$  y buena coincidencia entre los valores de cambio Raman encontrados y esperados, como lo confirmaron los espectros obtenidos para el naftaleno, azufre y diamante entre otros.

### REFERENCIAS

- [1] R. M. Wazen, S. Kuroda, C. Nishio, K. Sellin, J. B. Brunski, and A. Nanci, "NIH Public Access," vol. 8, no. 9, pp. 1385–1395, 2014.
- [2] Douglas A. Skoog & F. James Holler & Timothy A. Nieman, "Douglas A. Skoog & F. James Holler & Timothy A. Nieman - Principios de análisis instrumental (5ed, McGrawHill).pdf." p. 1070, 2001.
- [3] H. Owen, "The Impact of Volume Phase Holographic Filters and Gratings on the Development of Raman Instrumentation," J. Chem. Educ., vol. 84, no. 1, p. 61, 2007.
- [4] D. W. Shipp, F. Sinjab, and I. Notinger, "Raman spectroscopy: techniques and applications in the life sciences," Adv. Opt. Photonics, vol. 9, no. 2, p. 315, 2017.
- [5] R. L. Mccerry, Raman spectroscopy in chemical bioanalysis., vol. 8, no. 5. 2000.
- [6] E. Smith and G. Dent, Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach. 2005.
- [7] F. Laplant, Emerging Raman Applications and Techniques in Biomedical and Pharmaceutical Fields. 2010.
- [8] Cristóbal galleguillos galleguil hart, "MEDICIÓN DE LA DENSIDAD BÁSICA DE MADERA USANDO TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS," Universidad Católica de Chile, 2010.
- [9] T. T. Le, T. B. Huff, J.-X. Cheng, E. H. M. R., A. A. L., and O. R. B. E., "A Homemade Cost Effective Raman Spectrometer with High Performance," J. Lab. Chem. Educ., vol. 3, no. 4, pp. 67–75, 2015.
- [10] W. R. C. Somerville, E. C. Le Ru, P. T. Northcote, and P. G. Etchegoin, "High performance Raman spectroscopy with simple optical components," Am. J. Phys., vol. 78, no. 7, pp. 671–677, 2010.
- [11] B. a. DeGraff, M. Hennip, J. M. Jones, C. Salter, and S. a. Schaertel, "An Inexpensive Laser Raman Spectrometer Based on CCD Detection," Chem. Educ., vol. 7, no. 1, pp. 15–18, 2002.
- [12] C. Mohr, C. L. Spencer, and M. Hippler, "Inexpensive raman spectrometer for undergraduate and graduate experiments and research," J. Chem. Educ., vol. 87, no. 3, pp. 326–330, 2010.

# Digestibilidad y biodisponibilidad *in vitro* de proteína de Sorgo Rojo (*Sorghum Bicolor L. Moench*) nixtamalizado

M.T.A. Ángel Humberto Cabrera-Ramírez<sup>1</sup>, Dr. Eduardo Morales Sánchez<sup>2\*</sup>,  
Dra. Marcela Gaytán-Martínez<sup>3</sup>

**Resumen**— El sorgo es un cereal con ventajas nutricionales (proteína 9-14%, fibra 17%) y funcionales (sin gluten, anticancerígeno). Es poco consumido por humanos por su baja digestibilidad proteica, asociada a la formación de enlaces disulfuro y a la formación de complejos proteína-antinutricios. La nixtamalización ha mostrado mejorar la digestibilidad proteica y el perfil de aminoácidos en maíz. Sin embargo, no se ha reportado el efecto de la nixtamalización en sorgo rojo. El objetivo del trabajo fue evaluar la digestibilidad y biodisponibilidad de proteína en sorgo rojo nixtamalizado. Se realizó una digestión oral-gastrointestinal de grano crudo (SC) y cocido 30min con 0% (t4) y 1% de Ca(OH)<sub>2</sub> (t5). No se observaron diferencias en boca, en estómago t5 mostró la mejor digestibilidad (45.6 mg-eq-ASB/g). El SC presentó 5.5% más disponibilidad que t4 (63.3 mg-eq-ASB/g) en intestino delgado. Entretanto, la nixtamalización aumentó la disponibilidad (74 mg-eq-ASB/g). El pH y la temperatura liberaron la proteína acomplejada mejorando 20% su biodisponibilidad respecto al SC y t4. En conclusión, la nixtamalización del sorgo rojo mejora la digestibilidad y calidad proteica respecto al sorgo crudo y cocido.

**Palabras clave**— Nixtamalización, Sorgo rojo, Proteína, Digestibilidad, Biodisponibilidad.

## Introducción

El sorgo es el quinto cereal más importante a nivel mundial (Dykes, 2019). La gramínea presenta ventajas competitivas respecto a otros cereales tales como: bajo precio, adaptabilidad a climas adversos conservando una alta producción, entre otros. El consumo del sorgo han mostrado tener efectos hipoglucemiantes, antioxidantes, antiinflamatorios y anticancerígenas, asociados principalmente a la presencia de compuestos fenólicos, su composición lipídica, fitosteroles, taninos condensados, entre otros (Gaytán-Martínez et al., 2017).

Además, el cereal es una fuente importante de carbohidratos (70-80%), proteína (hasta un 14%), lípidos (3%), fibra (16.7 %), y se considera libre de gluten (<20 ppm), independientemente de la variedad, por lo que puede ser consumido por los celíacos (Llopart y Drago, 2016). Las proteínas del sorgo se caracterizan por tener una deficiencia de lisina. El método de procesamiento influye significativamente en la digestibilidad de la proteína. Se ha sugerido que el sorgo tiene esta baja digestibilidad, asociada a las Kafirinas, proteína de reserva mayoritaria que representa un 70 al 80% (Grootboom et al., 2014). También conocidas como prolaminas, tiene la capacidad de formar puentes disulfuro, así como enlaces cruzados en la matriz, los cuales disminuyen la accesibilidad de las enzimas proteolíticas (Duodu et al., 2003; Taylor y Emmambux, 2010).

Otra característica a que se le atribuye la baja digestibilidad de la proteína de sorgo es a la interacción con compuestos antinutricios. Los complejos proteínas-compuestos antinutricios son inaccesibles a las enzimas y, por ende, se reduce la digestibilidad y absorción (Adamczyk et al., 2017). Como consecuencia los compuestos generan malestares intestinales como distensión y adjudican propiedades organolépticas no deseables a los productos elaborados con este cereal (Dykes et al., 2009). Por lo que la técnica de procesamiento de la gramínea podría contribuir a estas problemáticas. La nixtamalización implica la cocción térmica alcalina del cereal. La cocción alcalina ha demostrado mejorar las características nutricionales de los cereales, así como disminuir los compuestos antinutricios. Gaytán-Martínez et al., (2017) mostraron la nixtamalización de sorgo procesado con 1% de Ca(OH)<sub>2</sub> y 30 min de cocción fue capaz de disminuir el 96% el contenido de taninos condensados y mantener una capacidad antioxidante, sugiriendo que la reducción de este antinutriente podría mejorar la digestibilidad de la proteína. Sin embargo, el estudio de los efectos del proceso de nixtamalización sobre la digestibilidad y biodisponibilidad de proteínas en sorgo resulta

<sup>1</sup> El M.T.A. Ángel Humberto Cabrera-Ramírez es alumno de Doctorado en el Instituto Politécnico Nacional en el CICATA-IPN Unidad Querétaro. [acabrerar1300@alumno.ipn.mx](mailto:acabrerar1300@alumno.ipn.mx)

<sup>2\*</sup> El Dr. Eduardo Morales Sánchez es profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional en el CICATA-IPN Unidad Querétaro. [emorales@ipn.mx](mailto:emorales@ipn.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Marcela Gaytán Martínez es Profesora Investigadora en el Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos en Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro. [marcelagaytanm@yahoo.com.mx](mailto:marcelagaytanm@yahoo.com.mx)

\*Email autor responsable: [emorales@ipn.mx](mailto:emorales@ipn.mx)

ser un campo aún no estudiado. Por lo anterior el objetivo de este proyecto fue evaluar la digestibilidad y biodisponibilidad de proteínas de sorgo rojo nixtamalizado y sin nixtamalizar, usando simulación gastrointestinal *in vitro*.

### Descripción del Método

#### *Materia prima*

Se empleó sorgo rojo (*Sorghum Bicolor L. Moench*) variedad Níquel, cultivada en la región de Guanajuato (2013).

#### *Métodos*

##### *Contenido de proteína*

Para la determinación de proteína se siguió la metodología de la AOAC, (1997), empleando el análisis de nitrógeno total Kjeldahl (N x 6.25) (método 46.16.01).

##### *Nixtamalización*

Para la nixtamalización se emplearon dos concentraciones de hidróxido de calcio (0 y 1% [p/p]). Se colocaron 420g de sorgo en agua a ebullición (relación 1:3) con la concentración de Ca(OH)<sub>2</sub> correspondiente, se dejó en ebullición por 30 min, transcurrido el tiempo de cocción se dejó en reposo por 12h en una bolsa sellada. Se lavó dos veces con 2 L de agua. Se referirá como “sorgo nixtamalizado” al tratamiento que contiene 1% de hidróxido de calcio, mientras que el que tiene 0% de se le denominará “sorgo cocido”.

##### *Obtención de las harinas nixtamalizadas y harina de sorgo crudo*

Tanto el sorgo crudo como el cocido y nixtamalizado fueron procesados en un molino Nixtamatic y secados por 24h a 45°C en un deshidratador con circulación de aire (Food Dehydrator, de Excalibur Products). Se redujo el tamaño de partícula con un molino PULVEX, se tamizó a malla No. 60, las muestras se almacenaron en frascos ámbar a 4°C hasta su uso.

##### *Digestión gastrointestinal in vitro*

Se siguió la metodología reportada por Campos-Vega et al., (2015). La prueba se dividió en tres etapas: boca, estómago e intestino delgado, donde cada experimento se realizó por triplicado.

**Boca:** 5 voluntarios sanos, con un ayuno mínimo de 90 min antes del ensayo, fungieron como donadores de amilasa, e preparó un blanco (5 mL de agua destilada en la boca, enjuagar por 15 segundos, depositándola en un vaso con 5 mL de agua destilada, este proceso se repitió 3 veces colocando el agua de enjuague en el mismo vaso), para el caso de la muestra se realizó el mismo proceso con la diferencia que se les pidió masticar 1g de muestra. Posteriormente se mezclaron las suspensiones en un vaso correspondiente a la muestra y el blanco por igual, se determinó el pH en ambas suspensiones y se tomó una alícuota de 2 mL.

**Estómago:** De la suspensión anterior se adicionaron 10 mL a 8 tubos (rotulados), se adicionaron 10 mL de agua destilada HPLC a cada uno, se ajustó el pH a  $2.0 \pm 0.05$  (con HCl 2N), se adicionaron 940  $\mu$ L de solución de pepsina (0.055 g de pepsina /0.94 mL de HCl 20 mM) en cada tubo, se sellaron e incubaron con agitación durante 2 h a 37 °C, tomado muestras cada 30 min (un blanco y tres tubos de muestra).

**Intestino delgado:** Los tubos restantes se les ajustó el pH a  $7.4 \pm 0.05$ , se disolvieron 41.6 mg de pancreatina y 48 mg de hiel de buey en una solución tampón de Krebs-Ringer (118 mM NaCl, 4.7 mM KCl, 1.2 mM MgSO<sub>4</sub>, 1.2 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 25 mM NaHCO<sub>3</sub>, 11 mM glucosa y 2.5 mM CaCl<sub>2</sub>, con pH ajustado a 6.8, gasificada con CO<sub>2</sub> a 37 °C), adicionando 5 mL por tubo; dentro de cada uno de los tubos se colocó un saco intestinal invertido, el cual se preparó siguiendo la metodología descrita por Campos-Vega et al., (2015), se utilizaron 6 ratas macho de la cepa Wistar (250-300 g de peso), con un ayuno de 16 h con agua ad libitum. Las ratas se anestesiaron y sacrificaron, mediante una incisión abdominal en la línea media, posteriormente un segmento de 30 cm del yeyuno proximal de cada rata fue escindido y segmentado en fracciones de 10 cm colocadas en el buffer de Krebs-Ringer; se volteó suavemente el intestino sobre una varilla de vidrio, se ligó de un extremo. El intestino se llenó con 2 mL de buffer Krebs-Ringer, se ligó, se registró el peso del intestino vacío y después de colocar el buffer. Finalmente se consideró como fracción digerible y biodisponible (FD), a la proteína que atravesó al interior del saco intestinal invertido.

### Determinación de proteína

Las muestras obtenidas de la simulación se filtraron usando un acrodisco (0.2 µm). 20 µL del filtrado se colocaron en 200 µL de solución de Bradford, se agitó durante 10s en vortex previo al montaje en microplaca, se leyó la absorbancia a 595 nm. Los resultados se expresaron como mg-eq de albumina sérica bovina/g de muestra (Bradford, 1976).

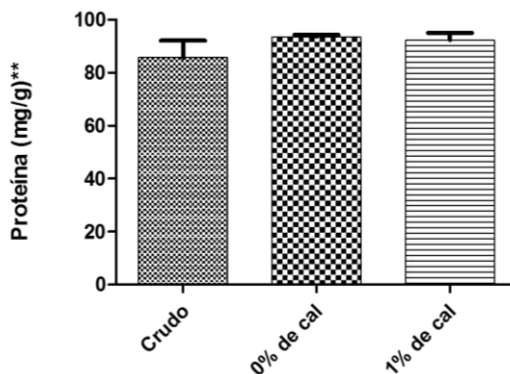
### Análisis estadístico

Se empleo un arreglo factorial 2x2, con dos concentraciones de Ca(OH)<sub>2</sub> (0 y 1%) y dos procesamientos (crudo y 30 minutos). Cada uno de los datos representó la media de tres experimentos independientes ± la desviación estándar. Para los datos obtenidos de la caracterización de las harinas se analizaron por ANOVA empleando comparación de medias de Tukey (p<0.05). Se empleó el programa estadístico Minitab 16.

### Resultados

#### Contenido de proteína sorgo crudo y nixtamalizados

En la gráfica 1 se observa el contenido de proteína en harinas de sorgo crudas y nixtamalizadas con 0 y 1% de hidróxido de calcio. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, sin embargo, se observa un contenido de proteína del 8.60 al 9.2%, lo cual se puede considerar un valor intermedio, lo que corresponde con los rangos reportados de proteína de sorgo que van del 7 al 14% (Domanski et al., 1997; Stefoska-Needham et al., 2015).



**Gráfica 1** Contenido de proteína en harinas de sorgo crudas y nixtamalizadas; Método: Bradford

### Digestibilidad y biodisponibilidad de proteína

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la cuantificación de proteína después de la masticación (boca), así como los contenidos de proteína durante la digestión en estómago. En esta etapa de la simulación se observaron diferencias significativas (p<0.05) en el contenido de proteína. Los valores medios para los tratamientos fueron de 44.3 ± 1.8, 44.4 ± 1.0 y 45.2 ± 1.3 mg-eq/g, para sorgo crudo, cocido y nixtamalizado, respectivamente.

Tabla 1 Contenido de proteína en boca y en estómago.

Tiempo (min)	Crudo	0% Ca(OH) <sub>2</sub>	1% Ca(OH) <sub>2</sub>
<b>0 (boca)</b>	44.3 ± 1.8 <sup>Aa</sup>	44.4 ± 1.0 <sup>Aa</sup>	45.2 ± 1.3 <sup>Aa</sup>
<b>Estómago</b>			
<b>30</b>	43.8 ± 0.2 <sup>ABa</sup>	41.9 ± 0.4 <sup>ABb</sup>	44.6 ± 0.2 <sup>ABa</sup>
<b>60</b>	42.5 ± 0.5 <sup>Bb</sup>	43.5 ± 0.4 <sup>Ab</sup>	45.6 ± 0.3 <sup>ABa</sup>
<b>90</b>	43.6 ± 0.3 <sup>ABb</sup>	38.9 ± 0.5 <sup>Cc</sup>	45.1 ± 0.3 <sup>ABa</sup>

<b>120</b>	$45.3 \pm 0.3^{Aa}$	$40.3 \pm 1.0^{BCb}$	$43.2 \pm 0.4^{Ba}$
------------	---------------------	----------------------	---------------------

Se presenta la media de tres experimentos independientes  $\pm$  la desviación estándar. se expresa en mg-eq de albumina sérica bobina/g de muestra.

Letras mayúsculas diferentes por renglón indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), mientras que letras minúsculas diferentes columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Respecto a la digestibilidad de la proteína, únicamente se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos a los 90 minutos de digestión. El sorgo cocido en ausencia de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  presentó la digestibilidad más baja con  $38.9 \text{ mg-eq/g}$  de muestra en comparación con el sorgo crudo ( $43.6 \pm 0.3 \text{ mg-eq/g}$ ) y nixtamalizado ( $45.1 \pm 0.3 \text{ mg-eq/g}$ ). La reducción en la digestibilidad del sorgo tras ser sometido a cocción en ausencia de hidróxido de calcio puede ser asociada a las prolaminas (kafirinas) presentes en este cereal, cuyas fracciones  $\beta$  y  $\gamma$  al ser procesadas en presencia de agua y calor interactúan formando complejos, evitando la acción de las proteasas durante la digestión (Gulati et al., 2018b; Li et al., 2018). Así mismo, se ha reportado que la baja digestibilidad del sorgo puede estar dada por la interacción de la proteína con otros componentes del grano, como: fibra, ácido fítico, polifenoles y almidón (Gulati et al., 2017). En particular, las kafirinas del sorgo presentan mayor resistencia a la acción de proteasas respecto a las prolaminas presentes en otros cereales (Gulati et al., 2018a).

En cuanto al sorgo nixtamalizado, mostró la mejor digestibilidad de proteína con  $45.6 \text{ mg-eq/g}$ , siendo estadísticamente similar al crudo  $43.6 \pm 0.3 \text{ mg-eq/g}$ . Se puede apreciar que la presencia del hidróxido de calcio tiende a mejorar 4% la digestibilidad de la proteína, respecto al crudo.

Referente a la biodisponibilidad de proteína, se consideró como la fracción de este compuesto que ha sido liberada durante la digestión y se encuentra disponible para su absorción en el intestino delgado. En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la biodisponibilidad de proteína en el intestino delgado a través del tiempo, observándose una ligera tendencia a incrementar respecto al transcurso del tiempo.

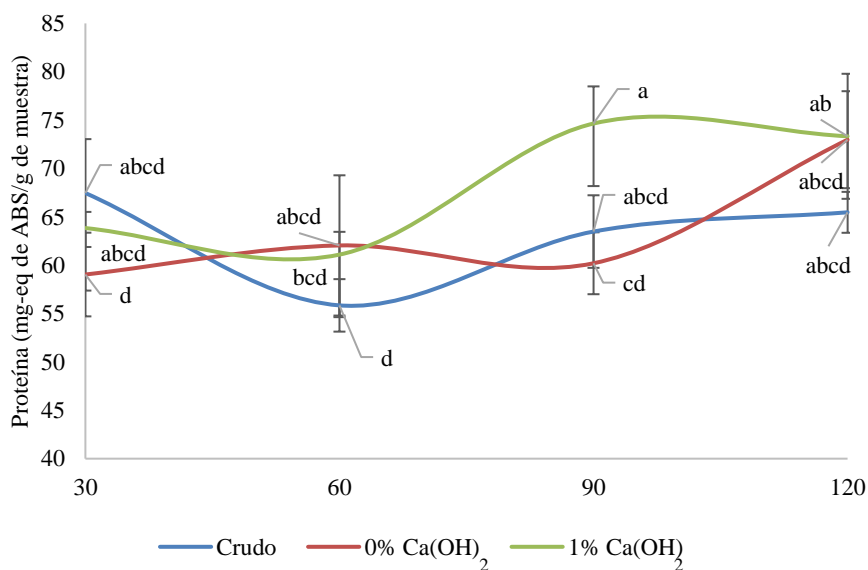


Figura 2. Biodisponibilidad de proteína en el intestino delgado

No se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos, salvo el sorgo rojo nixtamalizado a los 90 minutos. La concentración de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  presentó un efecto significativo sobre la mejora de la biodisponibilidad de proteína, donde el sorgo nixtamalizado con 1% de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mostró la mayor biodisponibilidad del conjunto con  $74.64 \text{ mg-eq/g}$ .

El proceso de nixtamalización mejora la biodisponibilidad de proteína en 15.2% respecto al sorgo crudo. Esta mejora puede ser atribuida por un lado, a las condiciones alcalinas de la nixtamalización (pH ~8.5-9) superando pKa de los grupos hidroxilo fenólicos, ionizándolos y disminuyendo así la formación de puentes de hidrógeno y la precipitación de las proteínas (Olivas-Aguirre et al., 2015), lo cual está en concordancia con lo reportado Gaytán-Martínez et al., (2017), donde se observó que al nixtamalizar el sorgo con las mismas condiciones (1%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y 30min) se lograba eliminar el 96% de los taninos condensados, sugiriendo un incremento en la digestibilidad y biodisponibilidad de su proteína.

La proteína del sorgo al ser procesada en presencia de HCl,  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se propicia la desnaturalización e hidrólisis de las proteínas y/o de los complejos proteína-proteína ( $\beta$ - $\gamma$  kafirinas) o proteína-antinutricio, denotándose en un incremento en su biodisponibilidad (Gulati et al., 2017), lo cual está en concordancia con los resultados obtenidos en este estudio.

Así pues, se puede decir que el proceso de nixtamalización resulta ser técnica de procesamiento capaz de mejorar la digestibilidad y biodisponibilidad de la proteína presente en el sorgo rojo.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

El grano crudo presento un contenido de proteína de 90 mg de proteína/g muestra,

Durante la simulación de las condiciones del estómago, el sorgo nixtamalizado presentó una mayor digestibilidad respecto al sorgo crudo y al cocido, con 45.6 mg-eq/g. El sorgo cocido presentó la menor digestibilidad con 38.9 mg-eq/g. Por último, en el intestino delgado el sorgo nixtamalizado tuvo una biodisponibilidad de proteína con 74.64 mg-eq/g, lo cual indica que las condiciones del tratamiento térmico-alcalinas podrían contribuir con la hidrólisis de complejos proteicos volviendo más disponible la proteína.

#### Conclusiones

El proceso de nixtamalización mejora 4% la digestibilidad de la proteína y aumenta 15.2% la bioaccesibilidad de las proteínas presentes en el sorgo rojo respecto cereal crudo. Por otro lado, las condiciones térmico-alcalinas del proceso de nixtamalización propiciaron la hidrólisis de la proteína acomplejada denotándose en aumento en su biodisponibilidad en el intestino delgado respecto a las muestras sin nixtamalizar, mostrando así a la nixtamalización como un proceso capaz de mejorar la calidad nutricional del sorgo rojo para su inclusión en la dieta humana.

#### Recomendaciones

Se propone estudiar las harinas nixtamalizadas de sorgo rojo en un modelo *in vivo* para evaluar los efectos del consumo de estas sobre el organismo y corroborar si las proteínas están siendo asimiladas. Hay que mencionar, además que el análisis del perfil de aminoácidos de las proteínas en las harinas nixtamalizadas de sorgo resultaría de gran utilidad para ver la relevancia nutricional de esta fuente proteica.

### Referencias

- Adamczyk, B., Simon, J., Kitunen, V., Adamczyk, S., Smolander, A., 2017. Tannins and Their Complex Interaction with Different Organic Nitrogen Compounds and Enzymes: Old Paradigms versus Recent Advances. *ChemistryOpen* 6, 610–614. <https://doi.org/10.1002/open.201700113>
- AOAC, (Association of Official Analytical Chemists), 1997. In P. A. Cunniff (Ed.), *Official methods of analysis of AOAC international* (16th ed.). Arlington, Virginia, USA: AOAC International. Assoc. Off. Agric. Chem. 1. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013135>
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248–254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Campos-Vega, R., Vázquez-Sánchez, K., López-Barrera, D., Loarca-Piña, G., Mendoza-Díaz, S., Oomah, B.D., 2015. Simulated gastrointestinal digestion and *in vitro* colonic fermentation of spent coffee (*Coffea arabica* L.): Bioaccessibility and intestinal permeability. *Food Res. Int.* 77, 156–161. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2015.07.024>
- Domanski, C., Giorda, L.M., Foresin, O., 1997. Composición y calidad del grano de sorgo.
- Duodu, K., Taylor, J.R., Belton, P., Hamaker, B., 2003. Factors affecting sorghum protein digestibility. *J. Cereal Sci.* 38, 117–131. [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00016-X)
- Dykes, L., 2019. Sorghum Phytochemicals and Their Potential Impact on Human Health, en: *Methods in Molecular Biology*. pp. 121–140. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9039-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9039-9_9)
- Dykes, L., Seitz, L.M., Rooney, W.L., Rooney, L.W., 2009. Flavonoid composition of red sorghum genotypes. *Food Chem.* 116, 313–317. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2009.02.052>



- Gaytán-Martínez, M., Cabrera-Ramírez, Á.H., Morales-Sánchez, E., Ramírez-Jiménez, A.K., Cruz-Ramírez, J., Campos-Vega, R., Velazquez, G., Loarca-Piña, G., Mendoza, S., 2017. Effect of nixtamalization process on the content and composition of phenolic compounds and antioxidant activity of two sorghums varieties. *J. Cereal Sci.* 77, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.014>
- Grootboom, A.W., Mkhonza, N.L., Mbambo, Z., O’Kennedy, M.M., da Silva, L.S., Taylor, J.R.N.N.J., Taylor, J.R.N.N.J., Chikwamba, R., Mehlo, L., O’Kennedy, M.M., da Silva, L.S., Taylor, J.R.N.N.J., Taylor, J.R.N.N.J., Chikwamba, R., Mehlo, L., 2014. Co-suppression of synthesis of major  $\alpha$ -kafirin sub-class together with  $\gamma$ -kafirin-1 and  $\gamma$ -kafirin-2 required for substantially improved protein digestibility in transgenic sorghum. *Plant Cell Rep.* 33, 521–537. <https://doi.org/10.1007/s00299-013-1556-5>
- Gulati, P., Jia, S., Li, A., Holding, D.R., Santra, D., Rose, D.J., 2018a. In Vitro Pepsin Digestibility of Cooked Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and Related Species from Around the World. *J. Agric. Food Chem.* 66, 7156–7164. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02315>
- Gulati, P., Li, A., Holding, D., Santra, D., Zhang, Y., Rose, D.J., 2017. Heating Reduces Proso Millet Protein Digestibility via Formation of Hydrophobic Aggregates. *J. Agric. Food Chem.* 65, 1952–1959. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b05574>
- Gulati, P., Sabillón, L., Rose, D.J., 2018b. Effects of processing method and solute interactions on pepsin digestibility of cooked proso millet flour. *Food Res. Int.* 109, 583–588. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.05.005>
- Li, A., Jia, S., Yobi, A., Ge, Z., Sato, S.J., Zhang, C., Angelovici, R., Clemente, T.E., Holding, D.R., 2018. Editing of an Alpha-Kafirin Gene Family Increases Digestibility and Protein Quality in Sorghum. *Plant Physiol.* 177, 1425–1438. <https://doi.org/10.1104/pp.18.00200>
- Llopart, E.E., Drago, S.R., 2016. LWT - Food Science and Technology Physicochemical properties of sorghum and technological aptitude for popping . Nutritional changes after popping. *LWT - Food Sci. Technol.* 71, 316–322. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.006>
- Olivas-Aguirre, F.J., Wall-Medrano, A., González-Aguilar, G.A., Alberto López-Díaz, J., Álvarez-Parrilla, E., De La Rosa, L.A., Ramos-Jimenez, A., 2015. Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. *Nutr Hosp* 31, 55–66. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7699>
- Stefoska-Needham, A., Beck, E.J., Johnson, S.K., Tapsell, L.C., 2015. Food Reviews International Sorghum: An Underutilized Cereal Whole Grain with the Potential to Assist in the Prevention of Chronic Disease Sorghum: An Underutilized Cereal Whole Grain with the Potential to Assist in the Prevention of Chronic Disease. *Food Rev. Int.* 31, 401–437. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1022832>
- Taylor, J.R.N., Emmambux, M.N., 2010. Developments in our understanding of sorghum polysaccharides and their health benefits. *Cereal Chem.* 87, 263–271. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-87-4-0263>

# Desarrollo de una Cerveza Artesanal Tipo Weizen Elaborada con Amaranto de la Especie *A. hypocondriacus*

Dra. María Carmina Calderón Caballero<sup>1</sup>, MCTyC. José Ernesto López López<sup>2</sup>, Dra. Leticia Mónica Sánchez Herrera<sup>3</sup>, M.C. Atahualpa Guzmán de Casa<sup>4</sup>, Dr. Heber Barrales Cereño<sup>5</sup>

## Resumen

En México existen cultivos poco aprovechados tanto nutrimentalmente como económicamente. Este es el caso del amaranto *hypocondriacus*, por lo que una alternativa de su uso es empleándolo en la elaboración de cerveza artesanal. En el presente trabajo se elaboró una cerveza del tipo Weizen de amaranto y cebada, proporción del 50% mediante el método de doble maceración. Para evaluar la calidad de la cerveza, se dividió en cuatro etapas: la caracterización de la semilla de amaranto determinando los parámetros bromatológicos (humedad, proteína, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos); el proceso de elaboración (molturación e hidratación, obtención del mosto por la doble maceración, filtrado, enfriado, inoculación, fermentación, clarificado, embotellado y almacenamiento); los análisis fisicoquímicos (pH, acidez, color, turbidez) y el análisis sensorial (encuesta de agrado a 300 jueces hedónicos), dando como resultado una bebida de mayor complejidad, potencializando las características organolépticas.

**Palabras clave:** Amaranto, cerveza, cereal, infusión, maceración.

## Introducción

La cerveza es una antigua bebida fermentada de importancia cultural ya que ha estado presente en las tradiciones de numerosos pueblos en el mundo, su descubrimiento tuvo que ver más con el azar que con el uso del ingenio. En la actualidad se ha incrementado el desarrollo de las cervezas artesanales, y México no ha quedado fuera de este desarrollo, aunque el mercado sigue siendo dominado por las grandes marcas industriales. El crecimiento de las cervezas artesanales, las cuales emplean los mismos insumos que las comerciales; agua, que representa el 95% de su composición, la cual debe tener características fisicoquímicas específicas, lúpulo, brinda los atributos de sabor, amargor y aroma propios que da origen a los distintos estilos de cerveza, levaduras, son microorganismos unicelulares que tienen la particularidad de transformar las moléculas de azúcar en alcohol, gas carbónico (CO<sub>2</sub>) y calor (energía).

Uno de los ingredientes primordiales en la cerveza es la malta, de la cual se obtienen los almidones y azúcares para la fermentación, en la actualidad, las cervezas artesanales tienen la particularidad de utilizar ingredientes especiales que enaltecen el sabor, dando como resultado una bebida de mayor complejidad potencializando sus características organolépticas, tal es el caso del uso de maíz azul, maíz rojo, arroz, avena, sorgo y centeno, que son utilizados como materias primas que son fuente de almidón, capaz de ser degradado químicamente por acción enzimática. El amaranto es una semilla con características similares a las de un cereal, con un contenido proteínico alto debido al aporte de aminoácidos (aa) esenciales, superior a la de otros cereales. El contenido de almidón es del 58 al 66%, este nutriente proporciona un valor agregado para la producción de cerveza, ya que en el proceso tradicional, se obtiene la bebida utilizando cebada sometida a un proceso de germinación y secado para activar los procesos enzimáticos presentes en el grano y obtener malta.

Debido al contenido de proteínas y aminoácidos presentes en el amaranto, el estilo de cerveza que se ajusta es del tipo weizen, también conocidas como weissbier, las cuales son elaboradas con una mezcla de cebada y trigo, este último en una proporción mayor a 50%. Las características de este estilo de cerveza son, color pajizo pálido a dorado, con una capa de espuma espesa, persistente y de color blanco. El alto contenido en proteínas de trigo

<sup>1</sup> María Carmina Calderón Caballero es Profesora de Ingeniería en Industrias Alimentarias en el Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, Uruapan, Michoacán. [carminacalderoncaballero@tecuruapan.edu.mx](mailto:carminacalderoncaballero@tecuruapan.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> MCTyC. José Ernesto López López. Maestro de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Uruapan, Uruapan, Michoacán. [ernestoregio@hotmail.com](mailto:ernestoregio@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Leticia Mónica Sánchez Herrera. Profesor titular C, Perfil PRODET, investigador de Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit. [lsanche@uan.edu.mx](mailto:lsanche@uan.edu.mx)

<sup>4</sup> M.C. Atahualpa Profesor de asignatura en la Facultad de Agrobiología Presidente Juárez, Uruapan, Michoacán. [atahualpagc@hotmail.com](mailto:atahualpagc@hotmail.com)

<sup>5</sup> Dr. Heber Barrales Cereño pertenece a la División de Procesos Naturales: Ingeniería Forestal Comunitaria. Universidad Intercultural del Estado de Puebla. [hebert.jair@uiep.edu.mx](mailto:hebert.jair@uiep.edu.mx)

disminuye la claridad en una cerveza no filtrada, dando como resultado turbidez. Se identifican también por ser cervezas ácidas y espumosas, con sabores similares a plátano o frutas, especias y clavo de olor. La tendencia de aprovechar los recursos con lo que se dispone, es debido al “hacerlo uno mismo, empleando cultivos y materias primas poco aprovechadas”. Por tanto el objetivo de este trabajo es desarrollar y evaluar la calidad de una cerveza de tipo Weizen utilizando malta y amaranto (*A. hypochondriacus*), en sustitución del trigo, en proporciones similares (50-50), utilizando el método de doble maceración. Para procesar y evaluar la calidad de la cerveza, el trabajo se dividió en cuatro etapas: la caracterización de la semilla de amaranto determinando los parámetros bromatológicos (humedad, proteína, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos); el proceso de elaboración (molturación e hidratación, obtención del mosto por la doble maceración, filtrado, enfriado, inoculación, fermentación, clarificado, embotellado y almacenamiento); los análisis fisicoquímicos (pH, acidez, color, turbidez) y el análisis sensorial (encuesta de agrado a 300 jueces hedónicos), dando como resultado una bebida de mayor complejidad, potencializando las características organolépticas.

### Materiales y Métodos

**Materia Prima:** Agua, Granos de amaranto (*Hypochondriacus*) de la comunidad de San Juan Amecac, Puebla, cultivado por el proceso tradicional de siembra semitecnificada de temporal, Malta (malta base cristal de dos hileras), Lúpulo (Cascade) y Levadura (*Saccaromyces cerevisiae* safale S-05).

El trabajo se realizó en cuatro etapas:

**Etapas 1. Caracterización de la semilla de amaranto (*Hypochondriacus*)** mediante la determinación de los atributos bromatológicos.

**Humedad (g agua/100 g muestra):** Se determina de acuerdo al método 925.09 (AOAC 2001). Secado por estufa

**Proteína:** se utilizó el método microkjendahl de acuerdo al método 954.01 (AOAC, 2001). Digestión acida.

**Cenizas:** fue realizada por el método gravimétrico de acuerdo al AOAC, método 923.03.

**Extracto etéreo:** Se determinó de acuerdo al método 920.30 del AOAC, determinación por extracto soluble en éter de petróleo sobre la muestra seca en equipo Goldfish.

**Fibra cruda:** Determinación de acuerdo al método 926.09 del AOAC. Digestión ácido/alcalina e incineración.

**Carbohidratos totales:** se calcularon por diferencia.

### Etapas 2. Proceso de elaboración

El proceso para elaborar cerveza, se realizó en las instalaciones de una microcervecera de Uruapan, Michoacán; de acuerdo con lo descrito por Calderón Caballero, 2015, mediante las siguientes operaciones:

**Molturación e hidratación:** Se realizó la molienda tanto de la malta como del amaranto, utilizando un molino eléctrico (sin marca), se mezclaron con agua a temperatura ambiente y se dejó reposar con el fin de reblandecer el almidón del grano.

**Obtención del mosto:** Se realizó la maceración de la malta y el amaranto, el cual fue sometido a un tratamiento térmico previo, controlando las variables a partir de una curva de temperatura-tiempo con agua a temperatura de 68°C, para que el almidón esté disponible para ser transformado en azúcares fermentables.

**Doble Maceración:** En este proceso (decocción) se extrajo una porción de la mezcla y se cocinó a 50°C por separado. Posteriormente se incorporó a la mezcla elevando la temperatura a 85°C.

**Filtrado:** En esta etapa se separa el mosto dulce del bagazo insoluble, recirculando el mosto hasta que se forma el manto filtrante y se observa el líquido claro y limpio de cualquier impureza.

**Cocción:** Se lleva a cabo para evaporar el exceso de agua, inactivar las enzimas, esterilizar el mosto, remover el exceso de proteínas, coagulación de materias nitrogenadas complejas, ligera caramelización de los azúcares y solubilizar las sustancias que brindan el amargor del lúpulo. Durante el hervido se lleva a cabo la adición del lúpulo.

**Enfriado:** Concluido el hervido se procede al enfriado, con la ayuda de un intercambiador de calor de placas (sin marca) se baja la temperatura del mosto que está de 80 a 90°C hasta los 25°C y se procede a inocular la levadura.

**Inoculación:** Las levaduras liofilizadas se deben hidratar previo a inocular. Una vez acondicionada la temperatura del mosto se inoculan inmediatamente las levaduras para evitar la contaminación microbiana.

**Fermentación:** El proceso principal en la fabricación de cerveza es la fermentación del azúcar contenido en el mosto, para obtener alcohol y dióxido de carbono. Previo a este proceso es necesario convertir, con ayuda de las enzimas formadas, los componentes insolubles de la malta y el amaranto, principalmente los azúcares fermentables. La fermentación tiene lugar por siete días a una temperatura promedio de 25°C.

**Clarificado y Acondicionado:** El mosto se trasvasa a un fermentador secundario una vez que la fermentación inicial ha decaído, por lo que las levaduras tienden a sedimentar junto con una cantidad significativa de residuos de proteínas (turbidez). Se acondiciona adicionando azúcar antes de embotellar, para que se lleve a cabo la carbonatación en botella.

**Embotellado y Etiquetado:** Se envasó en botella ámbar de 355ml para posterior colocación de la corcholata y etiquetado de forma manual.

**Maduración (2ª fermentación):** Esta fermentación se realiza entre 8 y 10 días posteriores a su embotellado, procurando mantener sin variaciones de temperatura el área donde se almacene el producto.

**Almacenamiento:** El almacenamiento del producto se realiza en área fresca, que no sobre pase los 25°C.

**Etapa 3. Análisis fisicoquímicos**

**Graduación alcohólica y densidad:** Se determinó por destilación de la cerveza de acuerdo al Método de análisis B.O.E.(1985)

**pH:** Se utilizó un potenciómetro digital (Conductronic pH20, EE:UU), calibrado previamente con buffer pH 4 y pH 7 respectivamente, las determinaciones se hicieron por triplicado por inmersión del electrodo.

**Acidez total:** se determinó por valoración potenciométrica, una vez calibrado, se tomaron 10 ml de la cerveza y se titularon con NaOH 0.1N empleando como indicador azul de bromotimol hasta alcanzar un pH de 8.2. La acidez se reporta como % de Ácido láctico de acuerdo al método 22.059 del AOAC (1984). El cálculo de acidez titulable se determinó mediante la siguiente formula:

$$Acidez\ Total\ (\% \text{ ácido láctico}) = \frac{V_1 \times 10 \times 0.09}{V_2 \times d}$$

Donde:

V<sub>1</sub> = Volumen de hidróxido de sodio, en ml, empleado en la valoración

V<sub>2</sub> = Volumen de cerveza, en ml

0.09 = Valor de 1 mili equivalente de ácido láctico

d = Densidad de la cerveza en g/ml, medidos a 20°C

**Color:** Se empleó una tabla de referencia que

muestra las escalas de color para cada estilo, evaluando por triplicado diferentes lotes y ubicando visualmente el estilo al que corresponde el color percibido.

**Turbidez:** Se realizó un análisis por espectrofotometría a una longitud de onda de 720nm, como una técnica alternativa, en comparación con la absorbancia que resultó del análisis de muestras de cerveza comercial estilo Viena y estilo weizen.

**Etapa 4. Análisis Sensorial**

Se realizó una encuesta del nivel de agrado de la cerveza de amaranto, a través de una escala hedónica estructurada donde se evaluó apariencia, aroma y sabor. Los jueces fueron participantes no entrenados, asiduos consumidores de cerveza artesanal, cuyas edades oscilan entre 18 y 55 años, tomando para esta prueba 300 personas de las ciudades de Puebla, Zamora, Uruapan y Morelia, estas tres últimas del estado de Michoacán, que asistieron a festivales cerveceros, se tomaron como muestras piezas de producto terminado de diferentes lotes con la misma formulación, con la finalidad de obtener resultados variados.

**Resultados y Discusión**

**Etapa 1: Caracterización de la semilla de amaranto (Hypochondriacus).**

En la tabla 1 se aprecian los resultados obtenidos a partir del análisis

bromatológico de la semilla de amaranto (*Hypochondriacus*). Las pruebas se realizaron por triplicado y se presentan en la tabla el promedio de estas. Se encontró que el contenido de carbohidratos oscila en el 66.1% el cual, es un valor importante ya que se aprovechará en la conversión de azúcares fermentables. Las desviaciones estándar determinadas del análisis proximal indican que los análisis fueron realizados de forma adecuada, ya que el grado de dispersión es bajo.

Tabla 1. Resultado de las características de la semilla de *Amaranthus hypochondriacus*

Parámetros	Porcentajes
HUMEDAD	9.2 +/- 0.11
CENIZAS	2.5 +/- 0.02
PROTEINA	14.1 +/- 0.85
GRASA	1.4 +/- 0.27
FIBRA CRUDA	6.6 +/- 0.32
CARBOHIDRATOS	66.1 +/- 0.50

**Etapa 2: Proceso de elaboración**

Se obtuvo como producto terminado una cerveza con características similares a las del estilo Weizen, empleando la doble maceración de acuerdo al proceso descrito por Calderón Caballero (2015), lo cual permitió que los carbohidratos aportados por el amaranto resultaran productivos para la generación de alcohol.

**Etapa 3: Análisis fisicoquímicos**

De acuerdo a la tabla 2, la cerveza elaborada con amaranto (*Hypochondriacus*) cumple con los parámetros fisicoquímicos de una cerveza estilo Weizen, en cuanto al porcentaje de alcohol la cerveza resultó con un contenido mayor (1-1.5% en comparación a la cerveza testigo) debido a la cantidad de carbohidratos aportados por el pseudocereal. Se analizó por separado la turbidez de la cerveza en comparación con cervezas comerciales, de los estilos weizen y viena, resultando hasta un 86% mayor, como se puede observar en la tabla 4, esto se debe a la presencia de sólidos solubles que aporta el amaranto por medio de las proteínas presentes, tal como se describe en los análisis bromatológicos del pseudocereal.

El color analizado se encuentra dentro de los parámetros 4 y 5, los cuales coinciden con el color del estilo weizen con la que se comparó, véase tabla 5.

Tabla 2 Análisis fisicoquímicos de cerveza de amaranto *hypochondriacus*

Muestra	Densidad g/ml	Graduación alcohólica % v/v	Acidez % alc. Láctico p/p	pH
1	1.045	5.5	1.9	4.4
2	1.048	6.4	1.6	4.4
3	1.050	6.5	1.4	3.8
PROM	1.048	6.1	1.6	4.2

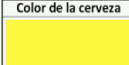


Tabla 3 Características fisicoquímicas de una cerveza tipo Weizen

Característica	Parámetro
Alcohol (% v/v)	4.3-5.6
pH final	3.0 - 4.8
Densidad (g/ml) a 20°C	1.044 – 1.052

Tabla 4 Absorbancia de luz UV-Vis para medir turbidez

Muestra	CERVEZA AMARANTO				WEIZEN	VIENA
	1	2	3	Promedio		
No centrifugada	95%	86%	81%	87%	1%	3%
Centrifugada	38%	30%	22%	30%	1%	3%

Tabla 5 Análisis comparativo de color de la cerveza de Amaranto *Hypochondriacus*

Muestra	Color	Color de la cerveza	EBC	Ejemplos
1	4		4	Pale lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse
2	5		6	Maibock, Blonde Ale
3	4		8	Weissbier
PROM	4.33			

**Etapa 4: Análisis sensorial**

Los resultados obtenidos a partir de los panelistas encuestados se aprecian en las siguientes figuras:

**Apariencia:** Color dorado predominante, con espuma blanca y retención media, la efervescencia por carbonatación resultó ligera.

**Aroma:** Los panelistas coinciden en notas florales y frutales, la presencia del lúpulo característico de esta cerveza, así como especias y el aroma a alcohol.

**Sabor:** Se percibió acidez, sabores cítricos, a granos tostados y caramelo, con notas florales y afrutadas. Es notorio el sabor a malta y hierbas que se atribuyen al lúpulo, final medio-seco a amargo.

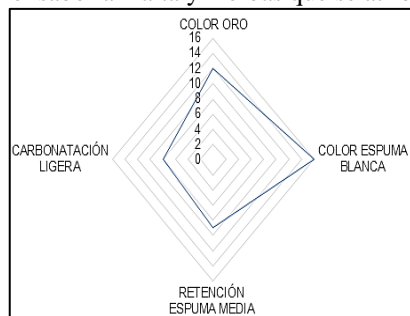


Figura 1 Resultados prueba de Apariencia

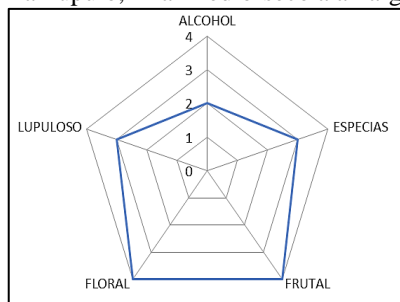


Figura 2 Resultados prueba de Aroma

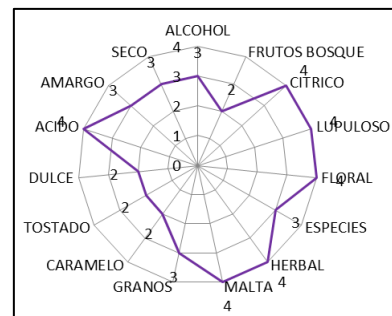


Figura 3 Resultados prueba de Sabor

**Conclusiones y recomendaciones**

Existe una relación estrecha entre el aporte de carbohidratos del amaranto, el método de elaboración de la cerveza y el porcentaje de alcohol obtenido en el producto final. De acuerdo a los resultados de las pruebas hedónicas y análisis fisicoquímicos, el producto fue de agrado para el consumidor, presentado atributos muy similares a una cerveza Weizen, los parámetros que se desvían de las características de este estilo son la turbidez y la graduación alcohólica, por lo que se recomienda trabajar en el método de clarificación para mejorar la calidad final del producto y continuar aprovechando los beneficios de la semilla de amaranto de la especie *hypochondriacus*. A su vez, se recomienda para futuras investigaciones, analizar el aporte nutricional de dicha cerveza.

## Referencias

- Calderón Caballero, M.C. (agosto de 2015). Desarrollo de una cerveza artesanal a partir de un cereal prehispánico: El caso del amaranto. Uruapan, Michoacán, México.
- González, L. y. (2000). Actividad antioxidante de la cerveza: estudios *in vitro*. Burgos, España: Universidad de Burgos.
- Larousse. (2004). Larousse de los Vinos. Londres: SPES.
- Rankine, B. (2000). Manual Práctico de Enología. Zaragoza, España: Grupo Latino.

## Notas bibliográficas:

La **Dra. María Carmina Calderón Caballero** es Profesor de tiempo completo de asignatura “B” en el Instituto Tecnológico Superior de Uruapan. Profesor de asignatura “B” de la Facultad de Agrobiología Presidente Juárez de la UMSNH. Terminó sus estudios de posgrado en la Coordinación General de Planeación y Evaluación Educativa. Dirección de Incorporación, Control y Certificación de la Secretaría de Educación en el Estado. Integrante del Catálogo de Investigadores del Programa Delfín desde febrero de 2015. Responsable del Cuerpo Académico (en formación) “Desarrollo e Innovación de Productos Alimentarios” con clave ITSU-01-IIA desde enero de 2014 de la carrera Ingeniería en Industrias Alimentarias del ITSU, Uruapan, Michoacán. [carminacalderoncaballero@tecuruapan.edu.mx](mailto:carminacalderoncaballero@tecuruapan.edu.mx) (autor corresponsal)

El **MCTyC. José Ernesto López López** es Ingeniero Químico egresado de la UAP con Maestría por parte del CIDEM y 25 años de experiencia en la iniciativa privada. Es Profesor de tiempo completo en la Universidad Politécnica de Uruapan. [ernestoregio@hotmail.com](mailto:ernestoregio@hotmail.com)

El **Dra. Leticia Mónica Sanchez** es Licenciada en Bióloga. Facultad de Ciencias UNAM. Maestría y Doctorado en Ciencias con especialidad en Biotecnología. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Docente-investigador en la Unidad de Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. Profesora de Tiempo Completo Titular “C”, con perfil PRODEP. Miembro de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A. C.

El **MC. Atahualpa Guzmán de Casa** Ingeniero Bioquímico con especialidad en alimentos egresado del Instituto Tecnológico de Morelia, Maestría en Ciencias por parte de Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Profesor en la Facultad de Agrobiología Presidente Juárez de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [atahualpagc@hotmail.com](mailto:atahualpagc@hotmail.com)

El **Dr. Heber Barrales Cureño** es Licenciado en Química Agrícola por la Universidad Veracruzana, Maestría en Ciencias en Genética por el Colegio de Posgraduados campus Montecillo, Doctorado en Botánica. Es candidato en el Sistema Nacional de Investigadores.



# SELF-EVALUATION AS A MEANS TO FOSTER LEARNER AUTONOMY

M. Ed. Argelia Calderón Gutiérrez<sup>1</sup>

**Abstract**— This paper aims to present the self-evaluation experiences reported by undergraduate English students at the Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (FCCA) at Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Learning English is a must in university education nowadays, but while some students are enthusiastic about it, others feel it as an overwhelming task. Nonetheless, the ESL class can provide an open space for students to learn how to evaluate themselves and how to continue learning the language on their own. As part of their business education, performance is a core concept for students at the FCCA, since it is a skill highly required in the business workplace. This study explores if students are able to recognize self-evaluation tools that they can use independently while it diagnoses how they measure their performance as students.

**Keywords**—self-evaluation, autonomous learning, assessment, business competences

## Introduction

The competence concept in education concerns with the capacity of students to analyze, reason and communicate effectively as they pose, solve and interpret problems in a variety of subject areas. Being able to do so in one's mother tongue is by itself one of the aims of public education policies, leaving behind the very basic objective of teaching literacy and numeracy and including today's information technology as well as the learning of a foreign language (Gardner, 2011). Thus, the role of education in school is seen as to provide the generic skills needed to acquire new knowledge and specialist skills in the future: learning how to learn.

While lifelong learning is an essential skill to every career, the business world is especially sensitive to the term, most of all, Shuayto (2013) refers, business needs people who will enter the workplace ready to make a solid contribution but who will also be effective in the future. When students are properly taught to assess their own progress, they are more likely to be held accountable for what they learn or do not learn by taking responsibility for their own learning.

Several scholars agree that research is needed to determine whether business schools are addressing the criticisms and preparing their students with the skills demanded by the workplace that hires their graduates (Shuayto, 2013). This study explores if students are able to recognize self-evaluation tools that they can use independently and it diagnoses how -if any- they measure their performance as students. Being able to set clear and realistic learning objectives against which to compare their performance as students, is a skill highly required in the business workplace that students can put into practice in their college years. Educators have been promoting learning autonomy for years now, particularly since the boom for self-access center (SAC's) for language learning in the 1990 decade. Generally speaking, autonomy is about people taking more control over their lives - individually and collectively. For Benson (2006), autonomy in learning is about people taking more control over their learning in classrooms and outside them and autonomy in language learning about people taking more control over the purposes for which they learn languages and the ways in which they learn them, but this also applies for other subjects apart from language learning, for example, for business students who communicate in order to get a deal or negotiate agreements. That is to say, self-evaluation is a recognized tool that leads to autonomy in learning, which may in turn help students develop business competences. The remainder of this paper will provide a literature review, methodology, results and discussion and conclude with findings and results.

## Literature review

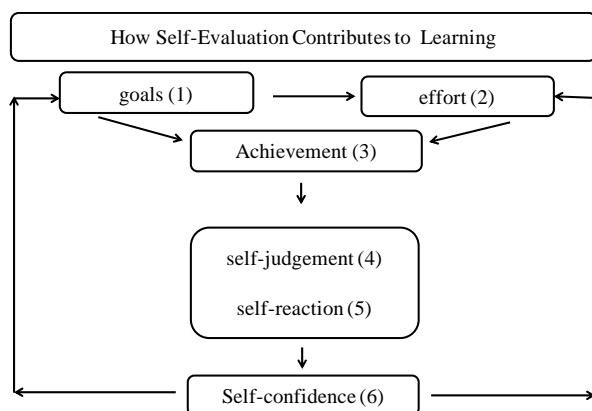
Never before have teachers had such a variety of alternatives to evaluate student performance as alternatives to traditional tests in an effort to include authentic assessment in their courses. Nowadays many teachers believe that curriculum-assessment experiences should prepare students for life in the real world, so they rely on performance assessment, portfolio collections (Zubizarreta, 2009) and e-portfolios, classroom observation, peer assessment, rubrics and self-evaluation practices (Andrade & Valcheva, 2009) besides exam taking. Self-evaluation is defined as students judging the quality of their work, based on evidence and explicit criteria, for the purpose of doing better work in the future (Rolheiser & Ross, 2001). These two authors from the Center for Development and Learning state

---

<sup>1</sup> M. Ed. Argelia Calderón Gutiérrez, Profesora e Investigadora de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. argeliacg@gmail.com

that when students are taught how to assess their own progress, and when they do so against known and challenging quality standards, self-evaluation becomes a potentially powerful technique because of its impact on student performance through enhanced self-efficacy and increased intrinsic motivation. Rolheiser (2006) explained how self-evaluation plays a key role in fostering an upward cycle of learning contributes to self-confidence. In her model (Figure 1), self-evaluation is the combination of the self-judgement (4) and self-reaction (5) components of the model, since students get to compare their work to the goals previously set and determine whether they were met or not (self-judgement), which leads to the self-reaction stage, where they reflect on how they feel about the learning outcome achieved in (4).

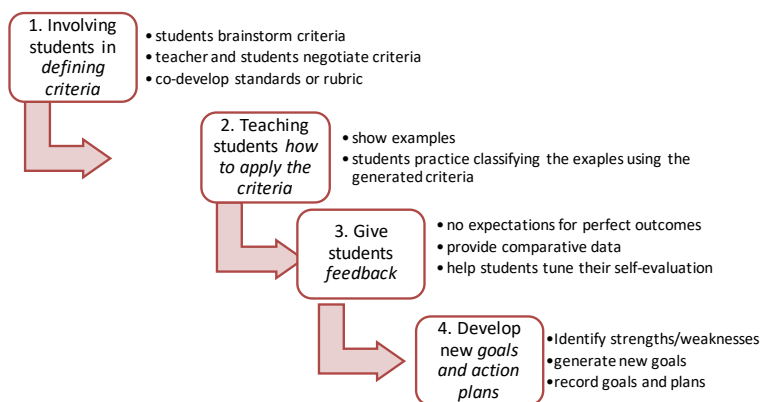
**Figure 1. How Self-Evaluation Contributes to Learning**



Source: Rolheiser (2006)

Later Rolheiser and Ross (2001) elaborated on the four stage model to teach students self-evaluation, originally proposed by Ross (2006) to help both students and teachers get practice and feel more confident while learning the new practice. Such model is shown in Figure 2.

**Figure 2. The Four-Step Model for Self-Evaluation**



Source: Ross (2006)

Personally, I have found this model very useful to promote learners’ autonomy, since business students have to become both responsible and accountable for their learning process and learning outcomes. Although the terms accountability and responsibility are often used as synonyms, it is worth noting the differences between them. When a person is responsible for doing something, a person does what he or she is asked to do, that is to say, responsibility

is imposed. On the other hand, accountability is the condition, wherein a person is expected to take ownership of one's actions or decisions he or she agrees to do, accountability is therefore assumed, it cannot be delegated, it denotes answerability for the completion of a task assigned and it can be measured (Surbhi, 2016). These two concepts are taught to business students and, in the case of the Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (FCCA) students, in the first three semester of the four academic programs (Accounting, Administration, Marketing and IT Management) and rather than simply understand the definitions, they can learn them by being responsible for their learning process and by experiencing accountability for their learning outcomes, since when a person is accountable for something, he is supposed to explain the outcomes of his actions, decisions, and omissions. Thus, through the reflective practice of self-evaluation, business students at the FCCA while learn by doing, and hopefully, their academic performance will be enhanced.

Goodrich's lists a series of conditions students need to meet in order for effective self-assessment to occur (as cited in Andrade and Valtcheva, 2009), such as : a) awareness of the value of self-assessment; b) access to clear criteria on which to base the assessment; c) a specific task or performance to assess; d) models of self-assessment; e) direct instruction in and assistance with self- assessment; f) practice; g) cues regarding when it is appropriate to self-assess; and h) opportunities to revise and improve the task or performance.

Stanford University (2019) puts it simple and sees self-assessment as a valuable learning tool as well as part of an assessment process. In the Teaching Commons Resources section of its website, encourages teachers to use self-assessment, since through students can: a) identify their own skill gaps, where their knowledge is weak; b) see where to focus their attention in learning; c) set realistic goals; d) revise their work; e) track their own progress; and f) if online, decide when to move to the next level of the course. This process helps students stay involved and motivated and encourages self-reflection and responsibility for their learning. Several authors agree that students need to be coached on assessment criteria and must be provided with opportunities to practice assessment and apply the criteria in grading their own work (Andrade and Valtcheva, 2009; Dobrow, Smith, & Posner, 2011; Gardner, 2011; Mynard, 2011; Rolheiser & Ross, 2001; Zubizarreta, 2009). However, developing strategies for implementing and sustaining such changes requires the commitment of all members of the FCCA community.

In a previous effort to contribute to achieve this goal a Business Competences Portfolio (BCP) was proposed for its use at the FCCA (Molina & Calderón, 2013), with the following objectives: 1) by using it students have the chance to improve their linguistic proficiency in English as a foreign language; 2) students learn and develop business competencies; and 3) students and teachers alike get to put into practice self-evaluation tools.

Furthermore, many of the students at the FCCA are still very dependent on their teachers. Using a learning portfolio fosters both learner autonomy and the use of self-assessment (Little, Meijer & Perclová, 2007; Zubizarreta, 2009; Chen & Black, 2011; Dobrow, Smith, & Posner, 2011), which are also core objectives of this project. Successful students assume the responsibility of their own learning and are willing to expand it to other subjects of interest as a lifelong activity. Furthermore, Daniels (2010) reports that Human Resources managers find that, in general, being proficient in a foreign/second language adds professional and personal value to employees.

## Methodology

The main objective of this study was to obtain the perception of undergraduate business students about self-evaluation as a tool for enhancing learning. The study took place at the Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (FCCA) at Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo and it included on-line (distance learning) courses. The FCCA has a population of 4,195 undergraduate students and 246 postgraduate students. A quantitative/qualitative approach was used in this research in order to find out how much students actually know about self-evaluation and practice it. The sample size was determined ( $n=353$ ) for a significance level=95% and a sampling error  $e=5\%$  and students were randomly asked to fill out an online questionnaire composed of 22 items. They were asked to identify whether a series of items could be considered self-assessment tools, to state which ones they actually use and how often they do so. The items included in the survey were designed according to the most frequent tools found in the literature review.

## Results and Discussion

Despite the sample size calculated, only 305 people promptly answered the questionnaire. The respondents' answers can be classified as follows:

*Programs:* 89.8% of the students are undergraduate, out of that percentage, 40.9 % study Accounting, 38.3% Administration and very few of the respondents study IT Management and Marketing. and the remaining 10.2% are studying a master's programs, in order to get their B.A. degree.

*System (scholar/open/distance):* most of the respondents take on campus classes (regular face to face classes 52.2%), 22.6 study on the open system (online work paired with Saturday classes) and 25.2 % belong to the distance system.

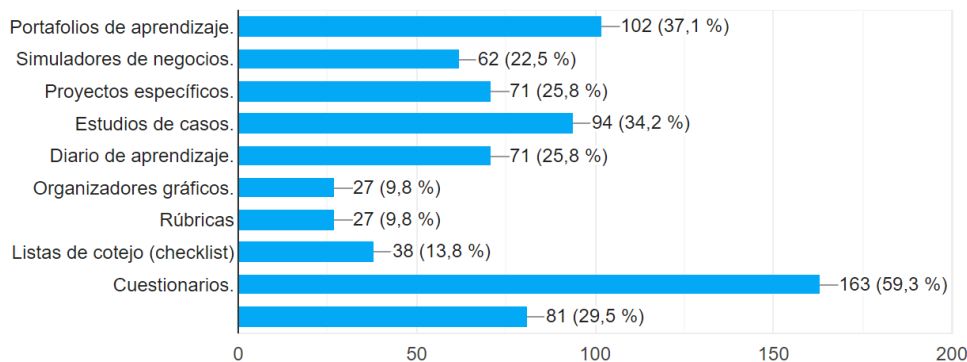
*Age:* the age range was 18 to 62 years old, but most of the respondents are 21 or 22, the older respondents are usually part of the distance learning program, taking advantage of a study opportunity without leaving their hometowns.

*Work experience:* 70.8% of the students who answered the survey are currently working, but only 23.4% have over 5 years of work experience, 13.9% have worked for over 3 years, 16.1% for two years, 26.2% for a year or less and only 8% are trainees.

*Tutoring and academic counseling:* 77.9% claimed they have never had a meeting with a tutor and 69% said they have never been in an academic extracurricular session.

*Knowledge about self-evaluation:* an amazing 61.8% correctly identified self-evaluation concepts, but when it comes to identifying self-evaluation tools, the results were not that good (see Figure 3). A list of nine self-evaluation techniques was displayed for the students to click on any one they thought could be used to promote independent study, but they failed to identify them all as such tools. Questionnaires seem to be the preferred study techniques FCCA students use, the point here is that they mention that questionnaires are used merely as a means to prepare for formal exams, not to develop learner autonomy. Surprisingly, only 9.8% of respondents could identify rubrics and graphic organizers, e.g. mindmaps, as self-evaluation techniques. Only a few more respondents (13.8%) successfully identified checklist.

**Figure 3. Items Identified by Students as Self-Evaluation Tools**



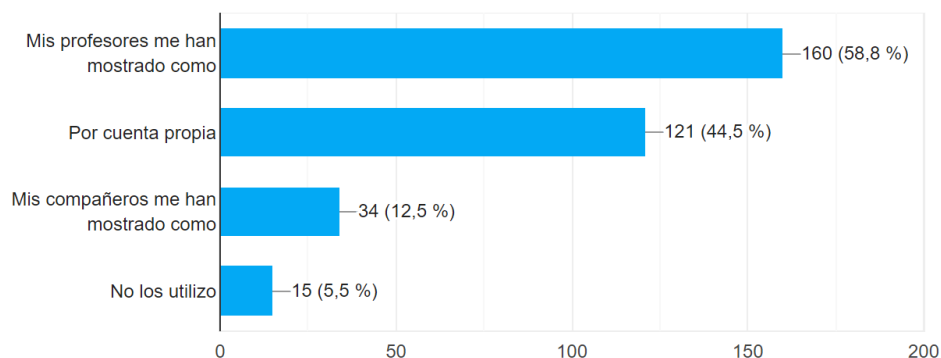
Source: Author (2019)

*Performance:* A very high percentage of the respondents thought their academic results have improved due to the use of self-evaluation techniques, even though the repertoire they actually use is quite limited. Moreover, 28.1% of the respondents say that academic performance has improved up to 20%, and 27.8% of the students believe that their learning has been enhanced up to 30%. Interestingly, they all agreed that the only way to measure such progress is using the grades the teacher provides as indicators. Furthermore, most of the students claim that their academic performance is better in every, or almost every, subject. For the ones who were able to identify specific areas of improvement, there seemed to be an agreement in the three major areas of study by field: taxes (fiscal), accounting and management, in descending order.

*Learning method:* in order for students to report how they have learned to use any self-evaluation technique they might use, students were given four fixed options and an open question to provide any additional alternative. These options were: a) my teachers have shown me how to use the self-evaluation tool (58.8%); b) I've learned on my

own (44.5%); c) my classmates have taught me (12.5%); d) I don't use any (5.5%). Nobody commented on the open question to suggest a different way of learning these techniques (Figure 4). Although Mynard (2006) and Nissilä (2000) discuss ways to measure learner autonomy, it seems that the respondents to this study have not been taught more specifically about it. Apparently, they have been taught to use the tool, but they have not asked their teachers 'What is next?'.

**Figure 4. How Students Have Learned to Use Self-Evaluation Tools**



Source: Author (2019)

### Conclusions

Teachers and students at the FCCA are well aware that as business changes, the requirements corporations and the workplace demands for their future employees will shift in turn. In order to face these demands, students are motivated, both extrinsically and intrinsically to start being accountable for their learning, as early as possible during their university life. An underlying objective of the curricula is that students become autonomous learners as they go through their college studies. However, FCCA students answers in this study show that they are confused about how to use self-evaluation tools to enhance their learning, and that it is nobody but them to measure it. Thus, it seems necessary to make this learning objective explicit, so both students and teachers look for ways to achieve it in a measurable way.

According to the learning theory, through the use of the reflective practice of self-evaluation, students learn by doing, and hopefully, their academic performance will be enhanced. Further research will need to be carried out to verify this hypothesis at the FCCA.

Another interesting finding is that some instruments (projects, study cases, business simulators) are often administered to groups of students because group work represents out-of-school performance better than individual production. However, the respondents to this study seem to believe autonomous learning is an individual task. It is worth noting that they do not consider reflecting on the learning process as a necessary stage. Consequently, teachers must play a more decisive role in teaching self-assessment practices towards forming independent learners. It has been known for years that one of the most challenging shifts in conceptions of assessment is related to the changing role of the teacher and the changing educational environment. The context for educators is changing rapidly and dramatically. It is now more complex and volatile than ever. Teachers are in an environment of conflicting and ever-increasing demands where the school is expected to meet all these demands, and so are teachers.

By using the self-evaluation techniques listed in Figure 3 university students might be explicitly expected to develop communicative competence (in English and Spanish), key business competences and metacognitive strategies. This can be the first step is to identify a range of situations that learners must be able to handle competently at the end of their education, which will aid determine and update exit profiles at the undergraduate level at the FCCA, making school learning more meaningful for the learners. To sum up, it is a way to bring real life back into the classroom.

To conclude, every actor in the learning process should bear in mind that self-evaluation is the beginning and final point of reflection processes sustaining learning. Self-evaluation at the FCCA should be explicitly related to

metacognitive awareness, promoting discussion on contents, and most important, fostering autonomy, not only academic achievement.

## References

- Andrade, H. & Valtcheva, A. (2009). Promoting learning and achievement through self-assessment. *Theory Into Practice*, 48:1, 12-19 DOI: 10.1080/00405840802577544
- Benson, P. Autonomy in Language Learning. Retrieved on August 10, 2006 from <<http://ec.hku.hk/autonomy/what.html>> and <<http://ec.hku.hk/autonomy/#k>
- Chen, H. & Black, T. (2010) Using E-Portfolios to Support an Undergraduate Learning Career: An Experiment with Academic Advising, *EDUCAUSE Quarterly* December 15, 2010, Retrieved October 28, 2012 from <http://www.educause.edu/ero/article/using-e-portfolios-support-undergraduate-learning-career-experiment-academic-advising>
- Daniels, J., Radebaugh, L., & Sullivan, D. (2010). *International Business: Environmets and Operations*. Pearson Education.
- Dobrow, S., Smith, W. & Posner, M. (2011) Managing the Grading Paradox: Leveraging the Power of Choice in the Classroom, *Academy of Management Learning & Education* 10:2, 261-276. Retrieved September 28, 2012 from <http://amle.aom.org>
- Gardner, D. (Ed.) (2011). *Fostering autonomy in language learning*. Gaziantep: Zirve University.
- Little, D., Hodel, H., Kohonen, V., Meijer, D. & Perclová, R. (2007) *Preparing teachers to use the European Language Portfolio – Arguments, materials and resources*. Council of Europe, Strasbourg.
- Molina, R. & Calderón, A. (2013) Developing Business Competences Through the Use of a Language Portfolio. *Business Education & Accreditation*, 5 (2), 93-105. Retrieved from: [www.theibfr.com/download/BEA/2013-bea/bea-v5n2-2013/BEA-V5N2-2013.pdf](http://www.theibfr.com/download/BEA/2013-bea/bea-v5n2-2013/BEA-V5N2-2013.pdf)
- Mynard, J. (2006). *Measuring Learner Autonomy: Can It Be Done?* Independence 37, 3-6
- Mynard, J. (2011). The role of the learning advisor in promoting autonomy. *Learner Autonomy in Language Learning*, January. Retrieved from <http://ailarenla.org/lall>
- Nissilä, S. (2000). Reflective practice in teacher education and the need for autonomy. In Camilleri, A. (Ed.), *Introducing Learner Autonomy in Teacher Education*. Strasbourg, France: The Council of Europe.
- Rolheiser, C (Ed.). (1996). *Self-evaluation...Helping students get better at it!* Ajax, ON: Visutronx.
- Rolheiser, C. y Ross, J. A (2001). Student Self-Evaluation: What Research Says and What Practice Shows. In R. D. Small, & A. Thomas (Eds.), *Plain Talk about Kids* (pp. 43-57). Covington, LA: Center for Development and Learning. Retrieved November 30, 2012 from [http://www.cdl.org/resource-library/articles/self\\_eval.php](http://www.cdl.org/resource-library/articles/self_eval.php)
- Ross, J. (2006). The reliability, validity, and utility of self-assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 11(10). Retrieved February 11, 2019, from <https://pareonline.net/getvn.asp?v=11&n=10>
- Shuayto, N. (2013). Manaement Skills Desired by Business Schools Deans and Employers: An Empirical Investigation. *Business Education & Accreditation*, 5 (2), 93-105. Retrieved from: [www.theibfr.com/download/BEA/2013-bea/bea-v5n2-2013/BEA-V5N2-2013.pdf](http://www.theibfr.com/download/BEA/2013-bea/bea-v5n2-2013/BEA-V5N2-2013.pdf)
- Standford University (2019). Stanford Teaching Commons: Student Self-Assessment. Retrieved April , 8, 2019, from <https://teachingcommons.stanford.edu/resources/teaching/evaluating-students/assessing-student-learning/student-self-assessment>
- Surbhi, S. (2016, June 22) Difference Between Responsibility and Accountability [Blog post]. Retrieved from <https://keydifferences.com/difference-between-responsibility-and-accountability.html>
- Zubizarreta, J. (2009). *The Learning Portfolio: Reflective Practice for Improving Student Learning*. John Wiley & Sons. CA.



# IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD COMO ESTRATEGIA DE GESTIÓN PARA LAS EMPRESAS MEZCALERAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN

M. Ed. Argelia Calderón Gutiérrez<sup>1</sup> M. en A. Norma Laura Godínez Reyes<sup>2</sup>

**Resumen**— Los empresarios productores de mezcal en Michoacán se encuentran ante el reto de enfrentar el incremento de la competencia en la industria mezcatera y en la de bebidas alcohólicas en general, así como en la necesidad de competir en condiciones de igualdad comercial. Para ello es imperativo certificar los procesos de producción ante el Consejo Regulador del Mezcal, lo cual requiere eficientar sus procesos productivos utilizando a través de su estandarización, así como homologar las técnicas que a través del tiempo se han implementado desde la cosecha hasta la producción y comercialización de mezcal, con el propósito de fortalecer la cadena de valor del producto. Lograr que los microempresarios mezcateros certifiquen sus procesos implica la implementación de sistemas de control de calidad que permitan un mejor control de sus procesos, al tiempo que disminuyan el impacto negativo en el medio ambiente y que mejoren sus niveles de ingresos gracias al acceso de nuevos mercados. Al cumplir con la certificación se tendrá la oportunidad de establecer una estrategia productiva y comercial, que favorezca el crecimiento económico y social, tanto para el productor como para la industria.

**Palabras clave**—sistemas de gestión de la calidad, certificación del mezcal, cadena de valor del mezcal, responsabilidad social corporativa.

## Introducción

Michoacán está posicionado en el séptimo lugar nacional como productor de mezcal, con una participación de 1.5% de los 5,914,200 del total de litros producidos en el país durante 2018, durante ese año, se registró un incremento en la producción nacional del 28% con respecto al 2017. De esta producción, el Consejo Regulador del Mezcal reporta que se envasaron 2,491,909 de litros de los cuales Michoacán tiene una participación del 0.3% para consumo nacional. El mercado de exportación registró un aumento del 22% con respecto al año 2017, exportándose 3,422,291 de litros, correspondiendo el 0.2% a los producidos en Michoacán, según el informe estadístico del Consejo Regulador del Mezcal (CRM, 2019), el cual es la instancia encargada de la certificación del mezcal en México. El mezcal tiene presencia en 64 países extranjeros, con 240 diferentes marcas. Sin embargo, la industria del mezcal en Michoacán se encuentra aún muy rezagada en términos de su cumplimiento normativo respecto a la calidad, lo que representa una desventaja para lograr su ingreso a canales de distribución más competitivos. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos hasta ahora por el proyecto cuyo objetivo es el diseño de una estrategia de competitividad que mejore las capacidades de los microempresarios mezcateros de la región a través de la implementación de sistemas de control de calidad que conlleven a la homologación de las técnicas de producción y a la posterior certificación del mezcal michoacano.

Este proyecto se realizó en tres partes, la primera fue una investigación documental para determinar las variables a medir en la industria, posteriormente mediante encuestas y observaciones directas se realizó un diagnóstico con la finalidad de determinar las condiciones actuales de la industria e identificar las mejoras en los eslabones de la cadena valor que posibilite la mejora continua, cumpliendo con la normatividad vigente NOM-070-SCFI-2016 (Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones) y del grado sustentabilidad en sus prácticas económicas, ambientales y sociales al producir y comercializar mezcal. Finalmente se diseñó la estrategia que consiste en la sistematización de los procesos dentro de la cadena de valor del mezcal.

La justificación de este proyecto es contribuir a que la industria del mezcal sea una actividad sustentable. La sustentabilidad de los negocios es un tema recurrente en la comprensión y evolución del desarrollo sustentable, esencial para el fortalecimiento de las economías y sociedades. Esto implica que los distintos actores y agentes de un territorio provean mecanismos que impulsen un desarrollo equitativo, sostenible y dentro de los límites de un planeta finito en términos de recursos. Bajo estos principios las organizaciones como actores esenciales en el desarrollo, deben buscar mecanismos afines a este tipo de desarrollo, lo cual implica incorporar a los modelos de negocios de las distintas empresas y organizaciones en general, mecanismos que propicien la eficiencia en sus

<sup>1</sup> M. Ed. Argelia Calderón Gutiérrez, Profesora e Investigadora de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. argeliacg@gmail.com

<sup>2</sup> M. en A. Norma Laura Godínez Reyes, estudiante del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de la Facultad de Economía “Vasco de Quiroga”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. nlgodinez@fevaq.net

procesos de gestión y producción, apegados al cuidado del medio ambiente, a prácticas justas laborales y sociales, y a mecanismos económicos que generen valor sustentable. Esto con la finalidad de construir territorios sustentables por lo que las organizaciones tienen el reto de diseñar estrategias competitivas que les permitan incorporar a sus sistemas productivos una visión responsable de sus impactos sociales y económicos que les generen valor y les permita estar preparadas para lidiar con los desafíos del crecimiento y la competitividad global.

La estrategia de competitividad diseñada consistió en identificar los factores que intervienen en sus procesos de gestión y de producción para alcanzar niveles de competitividad a escala nacional e internacional, para después definir los procesos administrativos y operativos para cumplir con la normatividad vigente para la certificación del mezcal. Posteriormente, se diseñaron los diagramas de flujo que guíen al productor artesanal a la sistematización de procesos y procedimientos que se requieren para obtener la certificación, y una tercera etapa consistirá en el acompañamiento a productores para lograr el objetivo deseado.

### Antecedentes

Desde el marco de la competitividad sustentable, la innovación es un factor indispensable para construir sustentabilidad en los territorios; basado en esta premisa una de las formas en las que se logra innovación es a partir de la normalización de los procesos, especialmente en la industria. Por otra parte, para la puesta en marcha de la RSE es necesario que las empresas conviertan sus responsabilidades sociales en oportunidades de negocio (Raufflet, 2012) y, de esta forma, generen capacidades internas y externas para establecer una estrecha relación entre el desempeño financiero y sus procesos de innovación. La innovación se entiende no sólo como el uso de tecnologías nuevas o renovadas, sino también en mejorar procesos y cumplir con regulaciones necesarias para ingresar a ciertos mercados o para mantenerse en ellos. Esta normalización les permite a las empresas obtener beneficios económicos por el simple hecho de que al mejorar sus procesos, minimizar desperdicios, optimizar el uso de materias primas e insumos, disminuir sus niveles contaminantes y crear mejores productos, lo cual generará un beneficio en los rendimientos de las materias primas o del proceso de producción, para disminuir sus costos y tener una mayor posibilidad de acceder a mercados más competitivos.

La región del Mezcal en Michoacán está constituida por 29 municipios que principalmente se dedican a la agricultura. De conformidad con la Norma del Mezcal, éste es una bebida alcohólica destilada mexicana 100% de agave o maguey, obtenida por destilación de jugos fermentados con microorganismos espontáneos o cultivados, extraídos de cabezas maduras de magueyes o agaves cocidos, cosechados en el territorio comprendido por la Resolución de denominación de origen (DOM). Acorde al proceso específico de elaboración de esta bebida, la Norma le especifica tres categorías: a) Mezcal, b) Mezcal artesanal y c) Mezcal ancestral. La DOM del mezcal se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de noviembre de 1994, así como sus modificaciones subsecuentes. Los estados con denominación son: Oaxaca, Guerrero, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato (solo 2 municipios), Tamaulipas (11 municipios), Michoacán (29 municipios) y Puebla (CRM, 2017). Desde ese año a la fecha se tiene un registro aproximado de 400 familias mezcaleras en la región, y sólo un 2% del sector cuenta con la certificación que concede el Consejo Regulador del Mezcal.

En los últimos diez años, el mezcal ha alcanzado un reconocimiento nacional e internacional, siendo así la segunda bebida alcohólica más consumida en México después del tequila (CONACYT, 2015). En 2015 los ingresos generados por las exportaciones de tequila y mezcal según el Instituto Nacional de Estadística y geografía (INEGI), fue de 78,915 miles de dólares. Actualmente México en lo que respecta a la balanza comercial en actividades de comercio específicamente en la exportación de tequila y mezcal reporta 120,532 miles de dólares, para mayo de 2017, con un incremento del 52.73%. Esto muestra un nicho de oportunidad importante para esta industria. Como ya se comentó, desde hace seis años, la zona mezcalera de Michoacán obtuvo la denominación de origen; sin embargo, su comercialización y venta no se ha incrementado debido a la baja competitividad normativa de la industria mezcalera en comparación con a otras regiones como Oaxaca o San Luis Potosí. Los beneficios de los productos que cuenta con la identificación sobre la denominación de origen y certificación de sus procesos, se dan en la parte económica, para cultivo, producción y comercialización, brindando beneficios económicos, para el productor y el comercializador, protegiendo además al consumidor final asegurando la calidad del producto. Por esta razón para lograr ser un sector competitivo que abone al desarrollo sustentable de la región, es importante que se tenga no solo la DOM, sino también la acreditación de sus procesos a partir de la normalización y certificación de los mismos, y la innovación técnica de cadena de valor.

### Marco Teórico

Lograr empresas sustentables implica vincular el desempeño financiero con la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) (Wood, 2010). En general, un buen desempeño resulta en una mejor línea de resultados para la organización, y un mal desempeño es probable que cause daño financiero lo que no le permitirá en principio, alcanzar sus metas sociales ni medioambientales. La RSE se refiere a la responsabilidad de una organización ante los

impactos que sus decisiones y actividades ocasionan en la sociedad y medio ambiente; es así que mediante un comportamiento ético y transparente que contribuya al desarrollo sostenible, incluya la salud y el bienestar de la sociedad, tome en consideración las expectativas de sus partes interesadas incluyendo a sus accionistas, cumpla con la legislación aplicable y sea coherente con la normativa internacional de comportamiento; podrá desde esta perspectiva reorientar sus esfuerzos al logro de la sostenibilidad del territorio y de la propia organización (ISO 26000, 2010). En un paso más allá, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) creó el primer estándar mundial de lineamientos para la elaboración de memorias de sostenibilidad (el *Global Reporting Initiative -GRI-* en su actual versión G4) la cuales permiten a las organizaciones marcarse objetivos, medir su desempeño y gestionar el cambio, con el propósito de que sus operaciones sean más sostenibles y, por tanto, ayudan a comprender y gestionar las consecuencias que las novedades en materia de sustentabilidad tienen sobre las actividades y la estrategia de cada organización y poder llevar una mejor administración de riesgos y una historia sobre sus gestiones e impactos (GRI, 2015).

#### *La Creación de Valor Compartido*

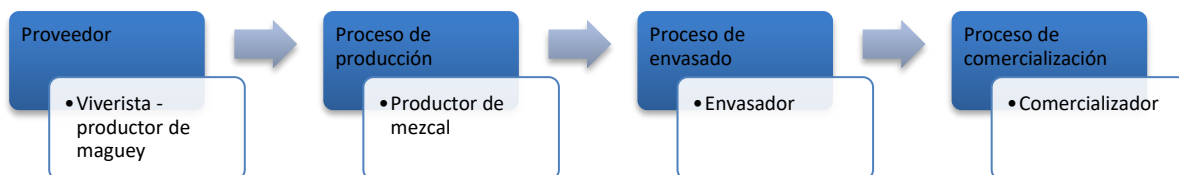
Una perspectiva del valor compartido se enfoca en mejorar las técnicas para el crecimiento y en fortalecer el cluster local de proveedores y de otras instituciones para mejorar la eficiencia, el rendimiento de los cultivos, la calidad del producto y la sustentabilidad de los productores. Tiene sus orígenes en la teoría estratégica, que plantea que para tener éxito, una empresa debe crear una propuesta de valor distintiva que satisfaga las necesidades de un conjunto escogido de clientes. La empresa obtiene una ventaja competitiva con la forma en que configura la cadena de valor o el conjunto de actividades involucradas en la creación, producción, venta, entrega y respaldo de sus productos o servicios. Básicamente, la creación de valor compartido se logra de tres maneras: a) reconociendo productos y mercados; b) redefiniendo la productividad en la cadena de valor; y c) construyendo clusters. Es gracias a la innovación basada en la eficiencia de los recursos naturales, integrándola a la cadena de valor de las organizaciones, que se puede lograrse optimizar procesos, obtener mayor productividad y mayor rentabilidad (Porter, 2011).

#### *Cadena de Valor del Mezcal*

Existe una gran diversidad en la industria del mezcal en Michoacán, la mayoría de las empresas que se dedican a la producción, envasado y comercialización del mezcal son microempresarios de la zona mezcalera de las regiones. La columna vertebral de la industria del mezcal está representada por microempresarios que poseen gran experiencia en el proceso y elaboración del mezcal, pero cuentan con pocas herramientas para la gestión administrativa y la normalización de sus procesos. En su mayoría no cuentan con certificaciones, y sólo las 10 empresas que se encuentran certificadas ante el CRM comercializan en establecimientos acreditados y tres de ellas exportan.

Para obtener la certificación el proceso inicia con el registro de plantaciones de agave ante el Consejo Regulador del Mezcal a partir de una geo-referenciación de los predios (viveros), esto se realiza con la finalidad de identificar donde se encuentra ubicada los plantíos de agave, identificar la variedad y garantizar que se encuentre dentro de la zona protegida por la denominación de origen Mezcal. Posteriormente se certifica la fábrica de mezcal, la cual se realiza a través de verificaciones en la fábrica donde el productor debe de demostrar en todo momento que no se ha adulterado el producto, desde la entrada de agave a la planta, hasta la obtención envasado y etiquetado del producto. El proceso termina con la obtención de un certificado NOM-070-SCFI-2016. No se puede comercializar mezcal que no haya sido verificado por el CRM desde su corte, producción y envasado.

**Ilustración 1. Cadena productiva del mezcal**



*Fuente: elaboración propia a partir de los lineamientos del CRM.*

#### *Sistemas de Gestión de la Calidad*

En general los sistemas de gestión de la calidad (SGC) fueron creados por organizamos que trabajan para la sistematización de procesos, creando estándares de calidad con la finalidad de controlar y administrstrar eficazmente y de manera homogénea, los lineamientos de calidad de las organizaciones para llegar a un fin común en sus operaciones y conseguir los objetivos que se proponen en función de la calidad. Los elementos que componen los SGC son: a) la planeación de la calidad; b) el control de la calidad; c) el aseguramiento de la calidad; y d) el mejoramiento de la calidad (Hurtado, 2005.)

### Metodología

Para esta investigación se utilizó un enfoque mixto cuanti-cualitativo para intervenir en los procesos productivos de las empresas mezcaleras con la finalidad de mejorar la prácticas de gestión administrativa, así como las ambientales y sociales del proceso productivo, mejorando así la eficiencia e impactando positivamente en su productividad y viabilidad económica. Se realizó una revisión de la literatura sobre Responsabilidad Social Empresarial, Creación de Valor y Desarrollo Sustentable y se construyeron las variables de sustentabilidad empresarial de un cuestionario y hoja de verificación bajo los siguientes ejes: a) prácticas de estrategia y gobierno corporativo, b) prácticas económicas, c) prácticas ambientales y d) prácticas sociales. Se definió una muestra por conveniencia de 50 microempresas mezcaleras de la región (vinatas) para determinar sus practicas empresariales su capacidad y disponibilidad a certificarse bajo la norma NOM-070-SCFI-2016. Esta integración de variables se diseño tomando en cuenta las características mínimas que deben seguir las microempresas para poder iniciar un proceso de certificación de su producto en cualquier etapa, ya sea como productor de maguey, productor de mezcal, y/o envasador-comercializador del producto. Esta propuesta busca relacionar el planteamiento teórico (RSC-CVC) con la práctica de las organizaciones (NOM-GRI) de tal manera que se pueda verificar y refutar los planteamientos que lleven al diseño de estrategias competitivas para las unidades de producción de Mezcal en Michoacán al implementar sistemas de control de calidad que desarrollen las prácticas económicas, ambientales y sociales al producir y comercializar mezcal de manera sustentable.

**Tabla 2. Variables de sustentabilidad de la industria mezcalera**

Categoría	Aspectos	Fuente
Requisitos documentales	Requisitos documentales	NOM-070
Estrategia y gobierno corporativo	Metas Normas Estructura	ISO, G4-GRI
Prácticas económicas	Registros Competencia	ISO, G4-GRI
Prácticas medioambientales	Materia prima Proveedores Energía Agua	G4-GRI, P+L
Prácticas sociales	Prácticas laborales y de trabajo digno Derechos humanos Prácticas laborales y de trabajo digno Derechos humanos sobre el producto	ISO, G4-GRI

*Fuente: elaboración propia a partir de los lineamientos de las fuentes especificadas.*

### Resultados

El objetivo de esta etapa del referido proyecto de investigación fue el de identificar los eslabones de la cadena de valor en el proceso de producción y comercialización de mezcal, estableciendo procesos de mejora continua que permitan mantener la calidad del producto, asegurando el cumplimiento de las disposiciones marcadas en las NOM referentes a la certificación del mezcal. Se entrevistaron a 56 microempresarios mezcaleros y se visitaron 20 Vinatas en los municipios de Morelia, Tarímbaro, Etúcuaro, Villa Madero, Queréndaro, Cotija, Oponguio, Tzitzio, Sahuayo, Acuitzio, Piumo, Yurécuaro y Pátzcuaro. Se realizó además un análisis FODA a los empresarios encuestados, encontrándose lo siguiente:

**Fortalezas:** El mezcal se reconoce cada vez más como una bebida espirituosa de calidad, siendo la bebida nacional de mayor valor en el país (precio promedio de \$392 pesos por botella de 750 ml). Los maestros mezcaleros son reconocidos por su experiencia y cada vez son más marcas las interesadas en certificar sus

productos. Al interior de las microempresas se identifica un buen equipo de trabajos y finalmente, las marcas están invirtiendo en la presentación y calidad de sus botellas.

**Oportunidades:** La aceptación en el mercado nacional y extranjero ha mejorado, ya que los industriales refieren que el mezcal se encuentra en un boom internacional. Aumentar los puntos de venta.

**Debilidades:** A pesar de la existencias de varias agrupaciones de productores y envasadores, existe una gran desorganización entre los mismos que los imposibilita para formar cluster exitosos. Existen opciones técnicas y tecnológicas para aumentar el nivel de producción y reducir costos. Es necesario incrementar la promoción del mismo.

**Amenazas:** Escasez de materia prima. Se registra un aumento del costo de venta del producto. Oaxaca sigue siendo el productor líder a nivel nacional. Tres estados adicionales están buscando la denominación de origen.

En lo que respecta a las sistematización y cumplimiento de los requisitos fundamentales, se encontró que los productores de maguey cuentan con un 80% de la documentación oficial que requieren para georreferenciar sus propiedades, el 85% de ellos carece del acta constitutiva de la propiedad y un 10% no cuenta con el pre-registro ante la CMR del maguey. De los Productores de mezcal, el 90% cuenta constancia de registro ante el SAT, el 52% cuenta con constancia de inscripción al padrón de bebidas alcohólicas, 98% con acta constitutiva y comprobante fiscal del domicilio, sólo un 48% tienen su registro ante la COFEPRIS, el 41% tienen plano de distribución de sus instalaciones. En referencia a los envasadores y comercializadores, solo un 20% no está dado de alta en Hacienda, 49% tienen registro ante COFEPRIS, 39% cuentan con la constancia de inscripción en el padrón de bebidas alcohólicas el 90% cuentan con opinión de cumplimiento fiscal, 100% tienen identificación oficial, el 80% cuentan con registro de marca, etiquetas y licencia de uso y 60% de ellos cuentan con el plano de distribución. El 65% convenio de corresponsabilidad ante el IMPI.

En lo referente a las prácticas económicas el 98% utiliza insumos y materia prima local, el 80% registran crecimiento en sus ventas en los tres últimos años y el 89% han realizado inversiones para mejorar sus productos, el 97% contrata empleados locales, 34% registra que reciben o han recibido subsidios gubernamentales y el 73% llevan un registro de sus ingresos y egresos y los desglosan.

Si nos referimos a las prácticas de estrategia y gobierno corporativo, encontramos que el 67% de los entrevistados mencionan que definen objetivos y el 33% se plantean diseñar estrategias para alcanzar sus metas, el 54% documentan sus normas y políticas por escrito, el 97% definen claramente las funciones de sus puestos, y el 73% tiene una estructura definida.

Del total de las empresas analizadas se puede observar que la mayoría de ellas conocen el proceso de producción, cuentan con personal especializado, funciones definidas y equipo y herramientas básicas. Sus procesos en la mayoría son artesanales, lo que les da una gran calidad a sus productos y desde la percepción de los microempresarios, son procesos que no contaminan el medio ambiente. Dentro de sus debilidades es que no se llevan registros formales de sus operaciones, existe una baja planeación y control tanto de sus procesos de gestión como los de producción, no cuentan con estrategias de comercialización ni de ventas, poca capacitación y desarrollo de su personal, y no reusan ni tratan sus desechos. Es decir, que las empresas cuentan con procesos poco sustentables, lo que les genera un muy bajo valor y poca competitividad en el mercado.

### Conclusiones

De la investigación realizada en la industria mezalera en Michoacán se encontró que existe áreas de oportunidad para con el cumplimiento de la normatividad vigente, mismas que permita estandarizar el proceso productivo con miras a la certificación ante el CRM que les permita incursionar a otros mercados más exigentes. Se requiere incrementar la productividad implementando procesos estandarizados, así como homologar las técnicas que se ha implementado como estrategias productivas desde la cosecha hasta la producción y comercialización de mezcal, lo anterior con el propósito de fortalecer la cadena de valor del producto mejorando así las condiciones socioeconómicas de la región. Con lo anterior además de los beneficios que traería al productor, se garantizaría la calidad del proceso y la protección del consumidor final, entregando al mercado un producto apto para consumo. Al implementar programas para el mejoramiento de los procesos, con la implementación de BPA (Buenas Prácticas Agrícolas), así como BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) enfocados al cumplir con los estándares a través de la implementación de sistemas de gestión de la calidad en la producción y comercialización del producto, se tendría la oportunidad de ofertar un mayor volumen de mezcal tanto para los mercados locales, como para los nacionales y hasta los internacionales, promoviendo una economía de escala mediante una competencia perfecta donde Michoacán tenga mayor participación en el mercado nacional. La zona de tierra caliente es la que necesita más apoyo y asesoría en



cuenta al control y estandarización de los procesos, debido a los nullos apoyos del gobierno y falta de organización de los productores así como a la idiosincrasia no ha permitido el desarrollo de este tipo de industria en esta región.

A partir del diagnóstico se observa que existen áreas para el fortalecimiento en cada una de los eslabones de la cadena productiva que van desde los trámites administrativos de identificación personal hasta el cumplimiento con permisos ante COFEPRIS. Si se produce de manera escalonada y planificada se puede tener una producción constante y la industria deberá tomar acciones concretas para garantizar no solo un producto orgánico de calidad y apto para el consumo humano sino que además deberá de promover prácticas ambientales cuidando los recursos naturales que se gastan durante el proceso.

Finalmente, se recomienda mantener el control de la producción mediante un análisis de puntos críticos de control HACCP para validar la calidad y control de productos terminados.

### Referencias bibliográficas

- Albirquerque, F. (2013). El desarrollo territorial: enfoque, contenido y políticas. *Publicación del Programa Conecal DEL/FOMIN del Banco Interamericano de Desarrollo*. Washington, DC, EU.
- CONACYT. (2015). *Estado del Arte del Agave*. Recuperado el enero de 2017, de CONACYT: [www.conacyt.gob.mx](http://www.conacyt.gob.mx)
- Consejo Regulador del Mezcal, A. C. (2015). El Mezcal-La cultura líquida de México. No. 2, Febrero 2019. Recuperado el 7 de abril de 2019. [www.crm.org.mx/periodico/PDF/Revista\\_El\\_Mezcal2.pdf](http://www.crm.org.mx/periodico/PDF/Revista_El_Mezcal2.pdf)
- GRI, G4. (2015) *Global Reporting Initiative*. Recuperado el 23 de julio de 2017, de GRI: [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org)
- Hursh, B. y. (1996). *Nuestro mundo cambiante. El hombre, los recursos naturales y el medio ambiente*,. Santiago, Chile: Los Andes Editores.
- Huerado, F. (2005) *Gestión y auditoría de la calidad para organizaciones públicas*. Antioquía. Editorial de la Universidad de Antioquía.
- Jackson, T. (2009). *Prosperity without Growth*. London, United Kingdom: Earthscan Publishing.
- Michoacán, A. d. (2015). *CONACYT Desarrollo Regional*. Recuperado el 15 de enero de 2016, de [Conacyt.gob.mx:www.agendasinnocacion.mx/?p=992](http://Conacyt.gob.mx:www.agendasinnocacion.mx/?p=992)
- NOM-070-SCFI-2016 (2017) Norma Oficial Mexicana de Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones. Publicada en el Diarop Oficial de la Federación el 23 de febrero de 2017. México.
- Palma, F., Pérez, P., Meza, V., (2016). *Diagnóstico de la Cadena de Valor del Mezcal en las Regiones de Oaxaca*. Recuperado en noviembre 2017 de la Coordinación General del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca, (Coplade) : <http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/04/Perfiles/AnexosPerfiles/6.%20CV%20MEZCAL.pdf>
- Porter, M. (2006). Strategy and Society. The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review* , 78-101.
- Porter M. & Kramer, M. (2011). La Creación de Valor Compartido. *Harvard Business Review*, Septiembre-Octubre.
- Porter, M. (1995). Green and Competitive. *Harvard Business Review* , september-october.
- Raufflet, E. L. (2012). *Responsabilidad Social Empresarial*. México: Pearson.
- Vázquez Barquero, A. (2001) Desarrollo Endógeno y Globalización. *Homo Sapiens, Vol 16* Madoery Ed. España.
- Wood, D. J. (2010), *Mesuring Corporate Social Performance: A Review*. Blackwell Publishing Ltd and British Academy of Management. United Kingdom. *International Journal of Management Reviews*, 50-80.



# EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS GLOBALES EN LOS ESTUDIANTES DE MOVILIDAD: ELEMENTO CLAVE PARA LA INTERNACIONALIZACIÓN DEL CURRÍCULO EN LA UNIVERSIDAD

Dra. Luz María Camacho Angulo<sup>1</sup>, MC Isabel Cristina Mazo Sandoval<sup>2</sup>,  
MC Mario Soto Velázquez<sup>3</sup> y MC Norma Rocío Torres Ibarra<sup>4</sup>

**Resumen**— Las instituciones de educación superior enfrentan desafíos en la preparación de estudiantes para que puedan competir en el mercado internacional. Razón por la cual, en esta investigación cualitativa se analizan las necesidades de formación de las universidades, como de las empresas en relación a las competencias globales dentro de sus planes de estudio y para la realización eficiente de negocios al egresar en un entorno multicultural internacional. El objetivo es medir estas variables mediante el desarrollo y el análisis de instrumentos aplicados en un programa institucional de movilidad estudiantil, cuyos resultados rescatan elementos para implementar una propuesta en la revisión y rediseño curricular del nuevo plan de estudios de la Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Tecnológicas de la Universidad Autónoma de Sinaloa, fortaleciendo las competencias genéricas con una visión global que le abonan a la formación integral del estudiante y que respondan al perfil de egreso de exigencia internacional.

**Palabras clave**— competencias globales, educación superior, movilidad estudiantil, currículo.

## Introducción

El enfoque hacia la internacionalización de las instituciones de educación superior en México es un fenómeno que se remonta a la década de los 90s. La Universidad como parte de sus políticas internas y dentro del plan de consolidación global 2021, en su eje seis contempla la internacionalización de sus programas, y en sus actividades se cuenta con un programa institucional de movilidad estudiantil nacional e internacional, lo que contribuye en la formación integral de los estudiantes y al mismo tiempo representa una oportunidad para comparar las competencias que se promueven en la universidad de origen con la universidad de destino, permitiendo la retroalimentación en la que se pueden contemplar al hacer cambios curriculares con el fin de fortalecer las competencias del perfil de egreso, lo que contribuye a tener profesionistas competitivos y preparados en el nivel que se requiere en el mercado laboral actual.

La Universidad Autónoma de Sinaloa trabaja en la construcción de un modelo de análisis que permita integrar las experiencias de movilidad internacional que contempla los siguientes aspectos: planeación, normatividad, estructura administrativa, financiamiento, calidad académica, flexibilidad curricular, seguimiento estadístico, transferencia de créditos, profesionalización y estudio de idiomas. La estrategia que el rector de la UAS, el Dr. Juan Eulogio Guerra Liera, resalta, es que la capacidad institucional orientada a la internacionalización tiene que ser el convencimiento no sólo de proponer, sino de apoyar y tener el equipo profesional que lo garantice y la mayor proyección internacional de los estudiantes buscando cómo avalar el resultado, la calidad y pertinencia de la movilidad, por lo que el programa se certifica con estándares de ISO 9000.

La Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Tecnológicas, surge en el año 1982, y a la fecha ha pasado por un proceso de cambios desde su denominación inicial como ESCADER, posteriormente se nombra FAADER, su oferta educativa ha ido cambiando, ampliándose de una licenciatura en un inicio, a cinco en el año 2002, en la que nacen las licenciaturas de Negocios Internacionales y Negocios Agro tecnológicos, por lo que surge también la necesidad apremiante de realizar una revisión y actualización de sus programas educativos que ya estaban desfasados, de acuerdo con las necesidades exigentes del mercado laboral y la vigencia que establecen los organismos evaluadores. De ahí que se conforma la Comisión de Evaluación y Seguimiento curricular para sacar adelante la propuesta del nuevo plan de estudios, misma que se aprobó y empezó a funcionar en Septiembre de

<sup>1</sup> Dra. Luz María Camacho Angulo. Profesora de asignatura de la Universidad Autónoma de Sinaloa. [luxma@uas.edu.mx](mailto:luxma@uas.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> MC Isabel Cristina Mazo Sandoval. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma de Sinaloa. [cristinamazo@uas.edu.mx](mailto:cristinamazo@uas.edu.mx)

<sup>3</sup> MC Mario Soto Velázquez. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma de Sinaloa. [msoto@uas.edu.mx](mailto:msoto@uas.edu.mx)

<sup>4</sup> MC. Norma Rocío Torres Ibarra. Profesora de asignatura de la Universidad Autónoma de Sinaloa. [nrti77@hotmail.com](mailto:nrti77@hotmail.com)

2017.

Derivado de lo anterior se plantean las interrogantes ¿De qué manera un programa institucional de movilidad estudiantil puede potenciar las competencias globales en la actualización de los planes de estudio y reestructura curricular? y ¿Qué resultados se pueden obtener a partir del análisis de las experiencias vividas de los estudiantes de movilidad para integrar estrategias en el proceso de internacionalización?

Para dar respuesta a las preguntas se han planteado como objetivos: conocer y analizar las experiencias de movilidad de los jóvenes al retornar a su unidad académica, con el fin de conocer elementos que permitan implementar una propuesta de reestructura curricular que incluya competencias globales, partiendo de la detección de necesidades específicas.

Así mismo se busca mostrar que el camino en términos curriculares, para hacer realidad la llamada de las instituciones de educación superior a los retos que plantea el fenómeno de la globalización es a través de la incorporación y apropiación del concepto de competencias. De acuerdo al proyecto tuning 2007 son complejas capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y autónoma, las situaciones de la vida, se fundamentan en un saber profundo, no sólo de saber qué, y saber cómo, sino saber ser persona en un mundo complejo, cambiante y competitivo. (Tuning, 2007: 35)

La movilidad estudiantil se entiende como el desplazamiento temporal de los estudiantes de una comunidad académica a otra, con un propósito específico de orden educativo; es un mecanismo que coadyuva a la formación integral del estudiante, fortaleciendo su competitividad profesional. (UNESCO, 2009). En México este aspecto es considerado por organismos importantes como los Consejos Interinstitucionales de Evaluación de Educación Superior (CIEES) y los organismos del Consejo para la Acreditación de las Educación Superior (COPAES). La internacionalización de estudiantes, del profesorado e incluso del currículo en un lugar central y el facilitar la movilidad de estudiantes es el método preferido para desarrollar competencias globales.

La globalización económica y cultural del siglo XXI obliga a las personas a interactuar entre grupos y personas de diferentes regiones y países. La interculturalidad se define como la “presencia e interacción equitativa de diversas culturas, y la posibilidad de generar expresiones culturales compartidas a través del diálogo y el respeto mutuo” (UNESCO, 2006). La cultura se entiende como el conjunto de conocimientos, creencias, costumbres, aspectos morales, prácticas artísticas de un grupo social. (Taylor, 2004)

La inclusión de una educación intercultural en las Instituciones de Educación Superior (IES), se entiende como una forma especializada de formación designada a preparar personas para vivir y trabajar eficientemente en culturas diferentes a la propia. Sus contenidos y metodologías de enseñanza se enfocan en las necesidades de los aprendices y las demandas que los espacios interculturales les exigen. De acuerdo a Gacel (2015), los espacios interculturales requieren que los estudiantes de nivel superior construyan competencias transversales, personales y competencias genéricas.

Es necesario preparar a los estudiantes para reconocer que en algún momento de sus trayectorias educativas podrán estar expuestos a un shock cultural, definido como la reacción emocional hacia la desorientación que ocurre cuando una persona se introduce en una cultura desconocida y es privada de signos conocidos (Camacho, 2017)

Sin embargo, el shock cultural no es un evento singular, es parte de un proceso que se debe vivir en cualquier cambio radical del ser humano.

Además, es necesario que los estudiantes tomen conciencia de las características de su propia cultura (valores, creencias, actitudes, patrones de conducta, estilos de comunicación), así como entender las características de otros grupos sociales. Hay que reconocer esas diferencias para aceptarlas sin hacer juicios y sin dar respuestas negativas por razones filosóficas, religiosas, morales o de procedencia étnica.

La movilidad internacional permite a los estudiantes conocer otras formas de enseñanza y aprendizaje, así como identificar el alcance de sus conocimientos en relación con espacios contextuales distintos. Se espera que estas experiencias fortalezcan la formación de los estudiantes y los pongan en igualdad de circunstancias frente a los profesionales de otros países. Este último aspecto es muy importante, ya que la globalización económica y cultural ha modificado los empleos. Los espacios laborales ya no están en un lugar fijo, ni dentro de un estado nación. Los empleadores pueden estar dentro y fuera del territorio nacional, lo cual obliga a los estudiantes a desarrollar competencias pro- de los posibles lugares en los que se insertarán y la falta de competencias para integrarse a ellos. Basándose en la investigación de Deardorff (2009), se tomaron los siguientes elementos que permiten definir cada una de las competencias globales y que fueron mediadas en la encuesta: Habilidades, Hablar inglés y/o otro idioma, participar y colaborar en proyectos con personas de otras culturas y tradiciones. Conocimiento: Culturas, normas, la historia mundial, la industria en otras partes del mundo, así como estrategias de mercadotecnia y de proveeduría

internacional. Actitudes: Tener apertura a nuevas experiencias y reproducir modelos culturales. Experiencias: Viajes, experiencias del choque cultural e interacción regular con otras culturas y comportamientos que han tenido un impacto en el ser a largo plazo.

De acuerdo a Knight, (2006) la internacionalización es un proceso de cambio diseñado a medida para satisfacer las necesidades y los intereses de cada entidad de educación superior. En consecuencia, no existe un modelo de internacionalización que se adapte a todos por igual. El hecho de adoptar una serie de objetivos y estrategias simplemente porque "están de moda" o para que se adecuen a una "imagen de marca" invalida la norma según la cual cada programa, institución o país debe decidir su manera de enfocar la internacionalización de acuerdo con su lógica interna, sus objetivos y su expectativa de resultados.

Este planteamiento es recogido por la UAS, al reconocer que el motor del proceso de internacionalización es la evaluación de las necesidades y prioridades de cada institución, para plantear los objetivos y estrategias de cómo se caminará en este rumbo, por lo que de acuerdo a la Figura 1, siguiendo el modelo de internacionalización de IES, se hace la propuesta en la que se lleva a cabo ya que a lo largo de la implementación, los tres elementos que juegan un papel central, son la movilidad estudiantil, la movilidad académica y el desarrollo del currículum. En la Universidad al tener consolidado el proceso de movilidad estudiantil mediante el programa certificado, como un objetivo estratégico se pretende hacer la conexión de la movilidad de profesores y académicos que permita la implantación hasta el desarrollo del currículum, pasos que ya varias facultades están dando paulatinamente y que dicha interrelación se medirá en un corto y largo plazo mediante el impacto de sus egresados y en la implementación

de mayor número de acciones en las demás facultades de la propia universidad.



Figura 1 Fuente: Van der Wender (1996)

Los programas internacionales que permiten la movilidad estudiantil, llevan acciones y estrategias a implementar y con ello preparar a estudiantes para un mejor desempeño y con ello hacerlos más competitivos, más competentes y mejores ciudadanos (Gacel-Avila, 2005).

En las IES mexicanas existe poca experiencia en la internacionalización del currículum que permita responder a los retos de la globalización, se observa que la presencia de profesores investigadores invitados en los programas de estudios regulares está raramente planeada e integrada en los mismos. Aquí el papel que juegan los docentes es primordial, es necesario que desarrollen competencias de diversa índole que permita la promoción de competencias interculturales en los estudiantes, que sean reflexivos y con un amplio conocimiento cultural. (López, 2008)

Se considera que en los contenidos y programas de cursos es necesario se implementen competencias profesionales internacionales, que se lleven de manera transversal y con contextos globales, por lo que implica que se impartan asignaturas propias de su profesión en otros idiomas, lo que refuerza a los estudiantes en competencias multiculturales.

Cuando se realizan acciones de internacionalización aisladas y poco planeadas se obtienen beneficios personales de élite, más no precisamente se obtienen beneficios institucionales ni implica que se está avanzando en internacionalización, pero aun así según los datos de la encuesta mexicana de movilidad internacional estudiantil (Maldonado, 2017), la cooperación en México se puede decir que el nivel de logros y rendimiento de tales acciones es relativamente modesto y hay retos importantes en los que el gobierno con el financiamiento juega un papel crucial para que estas acciones continúen en aumento. (Camacho, 2017)

**Descripción del Método**

Para el desarrollo de esta investigación se atiende el enfoque cualitativo, donde se “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014:7) es un estudio descriptivo, no experimental, dado que se busca de manera arbitraria la selección de informantes que otorguen información útil al investigador.

Basándose en un modelo de análisis de competencias donde se clasifican en tres grupos de instrumentos, 1) afectivos/actitudinales, 2) de comportamiento y 3) de impacto a corto y largo plazo, se usan métodos directos como son las evaluaciones de cursos, portafolios y proyectos y en esta investigación se utilizó como técnica de campo el método indirecto ( la encuesta , entrevista y autoevaluaciones (Deardorff, 2009)

Se atendió la búsqueda de información documental que permitiera generar información clara y útil para, así como recopilar información empírica por medio de entrevistas y de informes oficiales.

Los informantes clave fueron los estudiantes del programa de movilidad nacional e internacional, obteniéndose los resultados a través de dos instrumentos: el primero son los reportes finales (documento controlado de Certificación ISO) y el otro fue la derivada de las entrevistas a 26 estudiantes, donde se les cuestionó de diversos aspectos como horarios de clase, instalaciones, equipo, útiles de aula, profesores, vinculación, investigación científica, formación integral, modelo educativo. El presente trabajo se centra en rescatar opiniones sobre los temas de modelo educativo, formación integral y profesores. Los resultados

### Resultados

De las reflexiones recogidas del panel y en el reporte final fueron en dos sentidos, primero se detectaron necesidades y por otro lado se encontraron las fortalezas adquiridas con su experiencia y retos superados que plantean como sugerencias para la mejora del proyecto educativo, por lo que se recogen sus comentarios directos en torno a los siguientes aspectos:

Es de resaltar la opinión que quien hizo explicación al modelo educativo, desde un punto de apropiación del espacio donde realizó su movilidad: “En cuanto al modelo educativo, las experiencias en Sherbrooke, donde se precisa la autonomía del aprendizaje mediante la propensión del alumno hacia encontrar el conocimiento de manera autónoma con la guía, asesoría, control y evaluación del docente y la universidad en la que se llevan prácticas profesionales donde la planeación anticipada hasta de un mes para investigar sobre el tema y al final del período había una evaluación de un examen escrito muy riguroso de largo tiempo (hasta tres horas)”. (Estudiante 2)

Así mismo, resaltan las opiniones de los estudiantes que ven la urgencia de hacer cambios significativos tanto en contenidos curriculares como le expresan enseguida: “Es necesario cambiar los planes de estudio que atienda tópicos de desarrollo sustentable, de turismo y telecomunicaciones” (Estudiante 6)

También sugieren agregar o profundizar en temas de “Necesidades orientadas hacia los estudiantes en relación al emprendedurismo mercantil, emprendimientos social y emprendedurismo científico”.(Estudiante 9)

El docente juega un papel importante en el proceso educativo y los estudiantes remarcan el rol que debe tener: “El rol del docente y el estilo del profesor en la interacción con el alumno debe de jugar un rol muy importante y de mayor exigencia con respeto, igualdad y comunicación directa”.(Estudiante 15)

Y exigen mayor dominio de técnicas didácticas: “En relación a las técnicas didácticas utilizadas refieren a una mayor oportunidad de análisis y discusión entre los participantes. Así como uso de diversas fuentes de información actualizada (periódicos, revistas especializadas y temas actuales”.(Estudiante 17)

A los docentes les pide que su desempeño sea más estricto: “Se precisa que se tenga la exigencia de la lectura de revistas especializadas, bases de datos científica como actividades cotidianas” (Estudiante 20)

Sobre la calidad de los trabajos presentados presentan la necesidad de: “En cuanto a la elaboración de los trabajos académicos o investigaciones, ensayos u otros, la construcción de conocimiento sobre bases de textos científicos para la producción o redacción de lo encontrado”.(Estudiante 21)

Ahora, también ven primordial la participación en la investigación: “Falta involucrar a los estudiantes con la investigación científica, que se realizaran trabajos de campo, documental y lo lleven a la siguiente etapa que es la publicación”.(Estudiante 24)

En cuanto a las competencias genéricas que mayor impacto y que dieron la fundamentación para la propuesta de actualización del plan de estudios de la FCEAT, hacia un currículo internacional, se hizo su justificación con las competencias del Proyecto Tunning, tal y como se aprecia en la tabla 1.

**Tabla 1. Nuevas Competencias Genéricas en la FCEAT.**

Encuesta alumnos movilidad	Proyecto Tunning	Reestructura plan FCEAT 2017
La comprensión y producción de textos científicos	Capacidad de comunicación oral y escrita	Busca y analiza información de fuentes diversas, y comunica los resultados de manera ética, asertiva y eficiente, tanto de forma oral como escrita

La búsqueda de información científica	Capacidad de investigación	Capacidad de investigación
La escritura académica	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
El dominio de otro idioma	Capacidad de comunicación de un segundo idioma	Utiliza un segundo idioma para comprender información técnica de campo profesional y comunicarse con otras personas respetando su cultura y sus costumbres
Habilidades de liderazgo, competencias emprendedoras (mercantil, social, científico) y de experiencias prácticas	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	Formula y Gestiona proyectos en el ámbito profesional con actitud emprendedora y aplicando conocimientos básicos en la práctica con una visión global e impacto local
Competencias interculturales	Responsabilidad social y compromiso ciudadano	Interactúa con personas diversas en base a valores de respeto y responsabilidad que le permiten trabajar en equipo de forma coordinada y con eficacia
Utilizar las TIC's	Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación	Utiliza las Tecnologías de la Información y la comunicación para desarrollar tareas académicas con efectividad y atendiendo a normas y reglamentos en el acceso y manejo de software y hardware.

Fuente: Elaboración propia (retoma Tunning América Latina 2013)

Al tomar en cuenta las competencias de Tunning America Latina, en la nueva propuesta curricular, se aprecia la apertura hacia la internacionalización del currículo, y con ello la búsqueda de la calidad educativa de los estudiantes.

Así mismo las aportaciones de los estudiantes son un parteaguas que obligan a la institución, comisión de evaluación y seguimiento curricular y a su planta docente, estar a la vanguardia de los cambios y adecuaciones curriculares necesarias para ofrecer a los estudiantes la mejor formación integral y lograr su incorporación exitosa al mercado laboral.

### Comentarios finales

Es responsabilidad de quienes trabajan en currículum examinar la variedad de significados que se dan a estos conceptos y adaptarlos en las intervenciones que se hacen en la construcción, diseño o reestructuración de un plan de estudios, analizando las implicaciones y las posibilidades académicas de estas propuestas.

Quien concuerda con esta manera de comprender la internacionalización del currículum es Alicia Camillioni (2010), quien sostiene que se trata de una fuerte tendencia que implica incorporar experiencias interculturales, de diferentes maneras, para aprender a convivir con otros. Es así como en esta propuesta se visualiza la internacionalización del currículum no como una materia específica dentro del plan de estudios, sino como la conjunción de contenidos y métodos de enseñanza que le permitan al estudiantado explorar la perspectiva internacional dentro de su disciplina, comprender y respetar la diversidad nacional y la de otros países, desarrollando competencias comunicativas que le permitan responder de manera creativa y respetuosa a nuevas formas de interrelación.

La Universidad Autónoma de Sinaloa, en la FCEAT, como institución socialmente responsable, se ha propuesto trabajar también para el número de estudiantes que no salen de la institución, para garantizarles el desarrollo de competencias interculturales y globales, aún en casa. Ese es el reto principal, más allá de la movilidad estudiantil pero, curiosamente, se pudo identificar sólo luego del desarrollo de este análisis donde además surgieron interesantes recomendaciones:

Es primordial una estructura organizacional que realice una planeación de estrategias de internacionalización explícitas y sistematizadas que permitan integrar los elementos del mismo en el ejercicio cotidiano y que debe ser caracterizado por acciones institucionales, más que individuales y que continúe con el proceso de las competencias específicas para cada carrera y a otras unidades académicas de la Universidad.

En efecto, después de años de practicar la actividad internacional en la universidad se ha avanzado en gran medida, principalmente en la parte de movilidad estudiantil, sin embargo, en los otros elementos se tienen algunos aciertos pero que bien vale la pena se replanteen para que se involucre a mayor número de académicos y estudiantes.

### Referencias

Camacho, M. (2017) "Internacionalización en la educación superior; prácticas y estudio en constante evolución vista desde un estudio de caso", México D.F. ANUIES, Dirección de Producción Editorial.



- Deardorff, D. (2009) Implementing intercultural Competence Assessment. En D. Deardorff (Ed.) The SAGE Handbook of intercultural competence. Thousand Oaks, CA;SAGE
- Gacel-A. J. (2015). "La internacionalización de las universidades mexicanas. Políticas y estrategias institucionales". México: ANUIES. Recuperado 04 de junio, 2017 de [http://www.ses.unam.mx/curso2009/materiales/m6/LecturaComplementaria/M6\\_Comp\\_lemetaria\\_Gacel.pdf](http://www.ses.unam.mx/curso2009/materiales/m6/LecturaComplementaria/M6_Comp_lemetaria_Gacel.pdf)
- Goetz, J.P. y Lecompte, M.D. (1988) "Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa" . Madrid. Ed. Morata.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. 6a. ed.. México D.F.: McGraw-Hill.
- Knight, J. (2006). "Global University Network for Innovation, GUNI". Recuperado el 25 de junio de 2017 de [http://www.iauaiu.net/internationalization/pdf/Key\\_results\\_2005.pdf](http://www.iauaiu.net/internationalization/pdf/Key_results_2005.pdf)
- Knight, J. (s.f.) "Internacionalización y aseguramiento de la calidad: conceptos. Calidad e internacionalización en la educación superior". México: ANUIES. Recuperado 11 de junio, 2016 de [http://www.anui.es/servicios/d\\_estrategicos/libros/lib62/indice.html](http://www.anui.es/servicios/d_estrategicos/libros/lib62/indice.html)
- López, F. (2008): "Tendencias de la Educación Superior en el Mundo y América Latina y el Caribe", Revista Avaliacao, vol. 13, no 2.
- Maldonado, M. (coord.). (2017) PATLANI "Encuesta mexicana de movilidad internacional estudiantil, 2014-2015 y 2015-2016", México, D.F. ANUIES, Dirección de Producción Editorial.
- Taylor, John (2004). Toward a strategy for internationalization: lesson and Practice form for universities, Journal od studies in international Education,
- Tuning Project (2007). Página web: [www.let.rug.nl/TuningProject](http://www.let.rug.nl/TuningProject) o [www.relint.deusto.ers/TuningProject/](http://www.relint.deusto.ers/TuningProject/)
- Tuning Project América Latina (2013) "Innovación Educativa y social" <http://www.tuningal.org/p.35>
- Tünnermann, Carlos. (s.f.)" La universidad en el contexto de la internacionalización y la multiculturalidad". Recuperado 02 julio, 2017 de <http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%206/Conferencias%20Magistrales/Mesa4/carlostunnerman.pdf>
- UNESCO (1998) "La educación superior en el siglo XXI": Conferencia Mundial sobre Educación Superior. Recuperado el 15 de Agosto de 2017 [https://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](https://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm)
- UNESCO 2009 "La Nueva Dinámica de la Educación Superior y la búsqueda del cambio social y el desarrollo. Conferencia Mundial sobre Educación Superior consultada el 10 de Octubre de 2018, [https://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado\\_es.pdf](https://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf)
- Van der Wende, M.C. (1996) Internacionationalising the curriculum in the Dutch Higher Education: An international comparative perspective. PhD. Disertation, Ultretch, University.



# SISTEMA VISUAL CON REFERENCIA DE APRILTAGS PARA NAVEGACIÓN DE UN DRONE

Ing. Francisco Javier Campos Navarro

**Resumen**— El objetivo principal de este proyecto es integrar varias tecnologías en un drone para crear un sistema de navegación autónomo, a través de un algoritmo y sistema de visión computacional abordo, el cual procesa imágenes y localiza las etiquetas (April Tag), mismas que proporcionan información para la navegación del drone en un ambiente cerrado.

**Palabras clave**— Drone, vuelo autónomo, visión por computadora, detección de AprilTag.

## Introducción

Este documento pretende revisar las ventajas que brinda un sistema de orientación por AprilTag para la navegación de un drone en interiores; los sistemas dinámicos que requieran orientación, navegación y control se pueden ver fácilmente beneficiados con una integración de INS/GPS [1], sistema navegación inercial (INS) y del sistema de posicionamiento global (GPS), las ventajas de ambas tecnologías se combinan para ofrecer una solución de navegación completa continua, de alto ancho de banda, con una alta precisión a largo y corto plazo. La integración es adecuada para aplicaciones de navegación, tales como barcos o aviones.

En el caso de los drones que vuelan en interiores tienen dificultades para navegar y ubicar su posición en el transcurso de su movimiento, si cuenta con GPS la señal en interiores es intermitente y puede llegar a ser nula, si se contara con otros sistemas tales como: señales de radio frecuencia o un laboratorio con cámaras de capturas de movimiento para su navegación o ubicación no dota al drone de ser un ente independiente y le resta autonomía; en el caso de la investigación se desea un sistema para interiores donde el sistema dinámico en este caso un drone esté dotado de cierta autonomía con varios sensores ópticos para la medición de distancia respecto al suelo y visión computacional, con pocas referencias externas para su navegación autónoma en este caso AprilTags.

## Descripción del Método

### Configuración física del dispositivo

El proyecto se basa en un UAV (Unmanned Aerial Vehicle) vehículos aéreos no tripulados o actualmente denominado drone, este es un cuadricóptero instrumentado capaz de realizar vuelos de forma autónoma para mantener la altura y búsqueda de AprilTags por cuestiones de seguridad, el drone también puede ser controlado por radio control por si el vuelo autónomo saliera de control. El sistema está conformado por 4 motores brushless, 4 (ESC) Electronic Speed Controller que son los controladores de velocidad para que giren los motores a la velocidad deseada según el controlador de vuelo, un módulo de telemetría, un módulo para comunicación con el control remoto, un sensor óptico TF Mini LiDAR para medir distancia, este sensor nos proporciona la altura del drone respecto al suelo, un sensor OpenMV el cual será el módulo de visión, un Raspberry Pi 3 el cual se utiliza como computadora abordo para realizar tareas computacionales complejas que se requieran en pedido corto y un controlador de vuelo PixHawk R15. En la figura 1 se puede ver la intención entre los módulos del sistema en la figura 2 se puede ver el drone ensamblado con todos los sistemas.

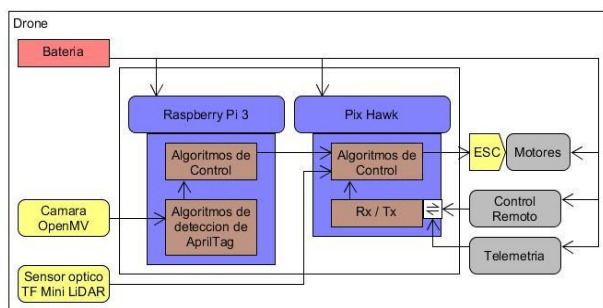


Figura 1. Diagrama Hardware, Software drone.



Figura 2. Integración del Drone

*Descripción de lógica del dispositivo*

El Raspberry Pi y el PixHawk Racer están conectados físicamente por comunicación serial como se observa en la figura 3, vía DroneKit-Python este a su vez utiliza el protocolo MAVLink. El Raspberry Pi 3 conectado vía USB a la cámara OpenMV; capturan el trayecto del dron en búsqueda de la AprilTag, un tipo de código de barras, pero en dos dimensiones, si la AprilTag no es localizada por el dron efectuara un aterrizaje después de haber avanzado 3 metros desde el punto de donde despegó, si la AprilTag es localizada el dron debe centrarse a ella y aterrizar sobre la AprilTag.

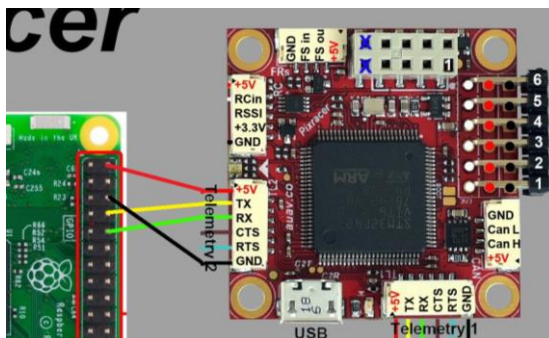


Figura 3. Raspberry Pi 3 conexión con PixHawk Racer.

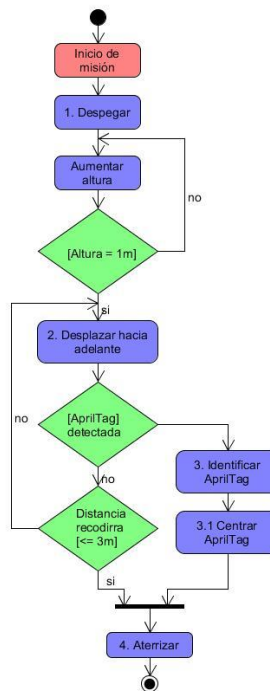


Figura 4. Diagrama de la lógica de ejecución.

*Objetivos*

El objetivo de este proyecto es usar un dron instrumentado para completar una misión principal o interrumpir y ejecutar la misión secundaria, los pasos para realizar las misiones se separaron en tareas que son las siguientes:

**Misión principal**

1. Despegue del dron a una altura de 1 metro.
2. Desplazarse en línea recta hacia el frente a una distancia cercada a 3 metros con altura constante de 1 metro.
3. Aterrizaje dron.

**Misión secundaria**

1. Despegue del dron a una altura de 1 metro.
2. Desplazarse en línea recta hacia el frente a una distancia cercada a 3 metros con altura constante de 1 metro.
3. Identificar el AprilTags.
- 3.1 Centrar respecto AprilTag.
4. Aterrizaje dron.

En la figura 4 se puede observar el diagrama de la lógica de ejecución del algoritmo tanto de la misión principal como secundaria.

*Hardware, Software y Conceptos importantes*

Los componentes principales del hardware del dron son el PixHawk Racer 15, Raspberry Pi 3, OpenMV, AprilTag a continuación se dará una breve explicación de cada uno de ellos y su interacción.

PixHawk Racer 15 es una tarjeta controladora de vuelo basada en el software de ArduPilot creada para propósito general pero orientada para los drones pequeños o carreras, la tarjeta tiene varios sensores como acelerómetro, giroscopio, magnetómetro y barómetro, también cuenta con varios puertos de salida y entrada como, 2 puertos de telemetría, puertos UARTs, puerto CAN, puerto USB, puertos para el radio control, puerto I2C, varios puertos más y el control de los ESC que controlan los motores del dron, el segundo puerto de telemetría será

utilizado para la comunicación serial con el Raspberry Pi 3 a través del GPIO pins 1, 3, 4 y 5 como se observa en la figura 3.

El Raspberry Pi 3 es un ordenador de placa de reducidas dimensiones con un sistema operativo con base en Linux en este caso Debian, el cual permite ejecutar programas por medio de la comunicación serial y protocolos MAVLink interactuar con la tarjeta controladora del dron, a través de la conexión serial; También cuenta con (SSH) Secure Shell por el cual se puede tener acceso a la terminal para ejecutar varias aplicaciones como DroneKit-Python y otras librerías de Python para poder cargar el algoritmo y ejecutar scripts.

DroneKit-Python es un proyecto de código abierto que es compatible con vehículos que se comunican mediante el protocolo MAVLink, pensado para crear aplicaciones que se ejecutan en una computadora complementaria integrada al sistema para comunicarse con el controlador de vuelo, las aplicaciones que se pueden desarrollar son variadas y mejoran significativamente el poder de computo del controlador de vuelo agregando mayor inteligencia computacional al vehículo y mayor rango de tareas a realizar, también proporciona acceso a la información de telemetría, estado y parámetros de un vuelo, permitiendo tanto la gestión de la misión como el control directo sobre el movimiento y las operaciones del vehículo.

El sensor OpenMV Cam M7 es un módulo de visión de bajo costo programable con Python pensado para crear algoritmos de visión computacional en una tarjeta como Arduino, pero con una cámara de bajo consumo con un procesador STM32F765VI ARM Cortex M7 con entradas y salidas de 3.3V a 5V, con un sensor OV7725 capaz de tomar 640x480 8bits imágenes en escala de grises o 640x480 16 bits RGB565 imágenes o 60 FPS a una resolución de 320x240. El modulo puede ser aplicado con algunas funciones como, detención de cara, seguimiento de ojos y detención donde la pupila está mirando, seguimiento de colores, seguimiento de línea, detención y decodificación de códigos QR y seguimiento de AprilTag detención de su rotación y tamaño.



Figura 5. OpenMV.

AprilTag [2] es un código de barras bidimensional cuadrado que almacena datos codificados, es la evolución del código de barras y de los códigos QR, es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos pero con menor cantidad de información (entre 4 y 12 bits), esto hace que sean detectadas con mayor robustez siendo usadas en una gran variedad de tareas como realidad aumentada o robótica y calibración de cámaras, las etiquetas puede ser impresas, las AprilTag son detectadas por software de detención computacional con gran precisión de la posición en tres dimensiones así como su orientación y se puede identificar la posición relativa de la cámara. Las librerías de las AprilTag están implementadas en C sin dependencias externas, están diseñadas para incluirlas en otras aplicaciones, fácilmente portables en dispositivos embebidos y para un performance en tiempo real. Existen varias familias de AprilTag, el nombre 36h11 indica que estas son etiquetas de 36 bits (matriz 6x6) con una distancia de Hamming mínima de 11 bits entre códigos, son 518 etiquetas de esta familia.

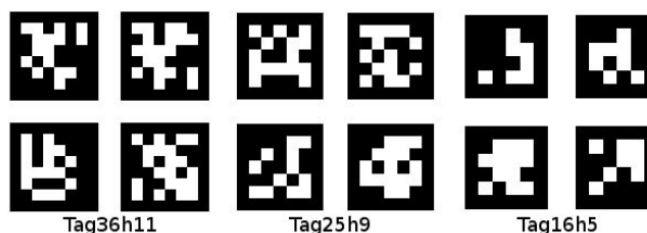


Figura 6. Familias de AprilTags.

#### *Cómo funciona el algoritmo de AprilTag*

El algoritmo consta de nueve pasos:

1. Convierte la imagen a escala de grises de punto flotante (valores de píxel entre 0.0 y 1.0) y aplique un desenfoque Gaussiano.
2. Calcula el gradiente local (magnitud y dirección) en cada píxel.
3. Genera una lista de bordes, agrupando píxeles conectados con direcciones similares. Un borde está presente si la magnitud del gradiente para ambos píxeles está significativamente por encima de cero.
4. Crear grupos desde los bordes.

5. Pasar sobre los grupos, encajando líneas llamadas Segmentos.
6. Para cada segmento, busque segmentos que comiencen donde termina este segmento.
7. Buscar todos los segmentos conectados para encontrar bucles de longitud 4, llamados Quads. Cada quad representa el borde negro alrededor de una etiqueta candidata.
8. Decodificar los quads mirando los píxeles dentro del borde para ver si representan un código de etiqueta válido y generar una lista de TagDetections
9. Buscar las TagDetections superpuestas y tome las mejores (la distancia de Hamming más baja o el perímetro más grande); desecha el resto.

### Avances

#### Diseño del sistema: Pasos próximos a ser implementados

Tomando en cuenta que el Raspberry Pi es el dispositivo con mayor capacidad de computo se establece como el dispositivo maestro y los demás sistemas serán nodos que brindan información. Los componentes hardware y la interacción con el software así como la relación de control es la siguiente: el control del ArduPilot que trabaja internamente en el PixHawk Racer hacer el control del vuelo mantener el dron en el aire, y controlar los motores para hacer los movimientos (roll, pitch, y yaw) cabeceo, inclinación y guiñada; el software de DroneKit-Python en el Raspberry Pi corre scripts donde solicita información al OpenMV de los AprilTags detectados en Python y mantiene comunicación con el PixHawk por medio de protocolo MAVLink con una comunicación serial, para mandar comandos de movimiento hacia los motores.

En la figura 7 se muestra un avance del algoritmo en el IDE del OpenMV conectada a la Raspberry Pi por medio de USB, corriendo un programa para detectar la AprilTags, en el programa se detectan las AprilTags y se crea un cuadrado rojo para enmarcar la etiqueta detectada con una cruz verde en el centro del cuadrado y líneas amarillas que se dibujan en toda la imagen para ver hacia que cuadrante esta el centro del AprilTag y saber su ubicación relativa siendo el centro de la imagen el posición X = 0.0, Y = 0.0, con estos valores el dron tendrá una referencia y saber hacia que lado debe moverse para central el AprilTag.

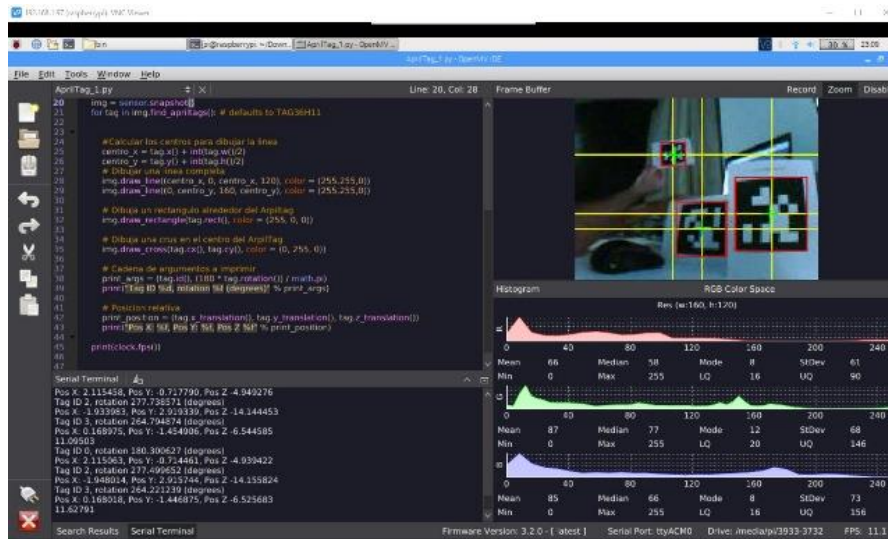


Figura 7. IDE OpenMV corriendo programa para detección de AprilTags

Descripción técnica de todos los elementos del sistema trabajando en conjunto. (caso misión secundaria con AprilTag detectada)

1. Establecer comunicación PixHawk con Raspberry Pi a través de Dronekit Python y protocolo MAVLink MAVProxy.
2. Armar el dron y realizar despegue, mantener altura y posición del dron.
3. Desplazarse hacia adelante, mantener altura y posición del dron.
4. Solicitar información del OpenMV acerca de la ubicación del AprilTag a través de Dronekit Python.
5. Ajustar el dron en dirección a los AprilTag.
6. Centrar el sistema y avanzar en dirección a los AprilTag.

7. Aterrizar próximo a la AprilTag.

### Comentarios Finales

Aun no se cuenta con resultados experimentales el proyecto aún está en pruebas de unidad, aún no trabajan en conjunto todos los sistemas, faltan pruebas de los elementos independientes, partiendo de un drone con un vuelo estable y con los sensores ya montados y probados, la implementación del control debería ser sencilla, uno de los objetivos es entender la lógica del drone y como poder manipularlo desde otros sistemas, en este caso el Raspberry Pi y con Dronekit se realiza esta interacción con ArduPilot y MAVLink.

Se planteó el avance por etapas, la primera etapa consistió en la creación del drone, la siguiente etapa es implementar sensores para el vuelo estable y control de altura, en paralelo se trabaja en la etapa de pruebas con el OpenMV y la detención de AprilTags la penúltima etapa será montar todo en un sistema buscar la forma de que el sistema no sea muy pesado y la última etapa será realizar pruebas de integración vuelos y validación de los objetivos.

Sin la amplia variedad de librerías y ejemplos de Dronekit, así como de OpenMV la implementación de este proyecto sería mucho más complejo; Se busco que el lenguaje Python fuera el factor en común en todos los dispositivos para restar complejidad al unir los elementos en el sistema final.

### Referencias

[1] España, Martín (2016). "Sistemas de Navegación Integrada con Aplicaciones"  
CONAE Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

[2] E. Olsen, "AprilTag." (en línea)  
Consultado por Internet el 02 de abril de 201. Dirección de internet: <https://april.eecs.umich.edu/software/apriltag.html>.

[3] Jeff Deeds, Zach Engstrom, Caleb Gill, and Zack Woods "Vision Based Autonomous Control of a Quadcopter"  
Department of Electrical and Computer Engineering, Bradley University, May 2, 2017