

# LAS MICROEMPRESAS EN EL CONTEXTO RURAL DE CHALCHICOMULA DE SESMA, PUEBLA

L.A Miguel Ángel Pérez Rodríguez<sup>1</sup>, M.A Kathy Laura Vargas Matamoros<sup>2</sup>,  
Dra. Alejandra Torres López<sup>3</sup> y Dr. José Luis Moreno Rivera<sup>4</sup>

**Resumen**—En el marco de la investigación propuesta del modelo de negocios contextualizado para microempresas rurales de Chalchicomula de Sesma, Puebla, se presenta un minucioso estudio de investigación apoyado de la observación del comportamiento del microempresario en el entorno rural y fundamentado en importantes teorías de las ciencias sociales, se desarrolló un instrumento de investigación que tuvo el objetivo de conocer las características y peculiaridades de los microempresarios y las microempresas que se encuentran inmersas en este entorno. El presente artículo muestra los hallazgos más importantes obtenidos en prueba piloto aplicada a siete microempresas de Chalchicomula de Sesma, Puebla, entre algunos de ellos, se hace mención acerca de la situación particular que las microempresas viven al estar inmersas en un contexto vulnerable y marginado; asimismo, se enuncian datos estadísticos de los microempresarios rurales y factores propios del contexto que innegablemente son influyentes en la operación de las microempresas, como por ejemplo: las tecnologías y los conocimientos financieros disponibles.

**Palabras clave**—microempresas, rural, vulnerable, marginación, investigación.

## Introducción

A través de los años, la economía nacional ha tenido que enfrentar momentos difíciles en múltiples ocasiones debido a las fuertes crisis financieras de los últimos años derivadas del aumento de la deuda pública, de la desestabilización monetaria, de la inflación, de la administración de los recursos energéticos, entre muchas otras causas, las cuales han provocado un crecimiento inconstante, e inclusive, el decrecimiento de la misma. La creación de nuevas empresas generadoras de riqueza es un punto crucial para el progreso económico de un país. Sin embargo, en México la apresurada necesidad de poner en operación estos entes económicos provoca que, en muchos casos, la mente emprendedora detrás de ellos no haya respaldado su negocio con herramientas administrativas fundamentales o no esté familiarizada con los conocimientos necesarios para el emprendimiento de negocios. Es cierto que las estadísticas mencionan que el número de nacimientos de microempresas en el país es abrumador pero la tendencia de muerte prematura es desoladora también. Según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2016), las microempresas (unidades que tienen de 1 a 10 empleados) suman 3 millones 952 mil 422, las cuales representan 97.4% del total de las que existen en todo el territorio nacional. Derivado de lo anterior, al fungir las microempresas como la mayor fuente de empleo en el país no se pueden menospreciar los esfuerzos enfocados a la mejora de su esperanza de vida. El apoyo para una prolija ejecución de los planes de emprendimiento microempresariales en las zonas rurales del Estado de Puebla es un campo poco tratado para la mejora continua de la economía y el entorno social. Es tiempo de enfocar la labor de los profesionales en las ciencias administrativas para ofrecer a las nuevas microempresas rurales herramientas de consolidación para llegar ser susceptibles de una mayor longevidad. En el presente documento, se dará paso a la presentación de los resultados generados por la prueba piloto que surge por la necesidad de conocer las características y pormenores de las microempresas y los microempresarios en el contexto rural de San Martín Ojo de Agua, San Juan Arcos y San Francisco Cuautlancingo en Chalchicomula de Sesma, Puebla.

## Descripción del Método

A continuación se describen los aspectos cruciales y características que sustentan el método por el cual esta investigación se ha llevado a cabo:

La presente investigación es del tipo cuantitativa, debido a la necesidad del proyecto de medir y registrar las variables de manera enfocada a partir de diversas investigaciones previas, es decir, “un estudio cuantitativo se basa en investigaciones previas, se utiliza para consolidar las creencias (formuladas de manera lógica en una teoría o un esquema teórico) y establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014: 10). Para esta investigación el enfoque cuantitativo es requerido debido a la exigencia

<sup>1</sup> El L.A. Miguel Ángel Pérez Rodríguez es estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [miguelpro@outlook.com](mailto:miguelpro@outlook.com)

<sup>2</sup> La M.A. Kathy Laura Vargas Matamoros es Profesora del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [posgradovargas@hotmail.com](mailto:posgradovargas@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Alejandra Torres López es Profesora del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [tes\\_istamia.ale@hotmail.com](mailto:tes_istamia.ale@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. José Luis Moreno Rivera es Profesor del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [morenriveraj@gmail.com](mailto:morenriveraj@gmail.com)

de presentar datos cuantificables y visibles para la evaluación de la situación actual y proyección futura de las variables que intervienen en el éxito de las microempresas rurales, permitiendo ver el progreso y otorgar confiabilidad al modelo de negocios contextualizado con el máximo fin de que los hallazgos que surjan a partir de lo anterior puedan replicarse en MIPYMES con las mismas características. Por otra parte, esta investigación presenta las siguientes características:

- Documental. La presente investigación se fundamenta en la exploración y análisis de fuentes previas de información y de investigación escritas con el objetivo de encontrar alguna relación entre las ya mencionadas y la situación actual que se vive a nivel empresarial.

- Descriptiva. Debido al requerimiento indispensable de esta investigación de realizar una visualización y concepción de las características y necesidades particulares de una zona rural, tales como los factores de fracaso de los micronegocios en ese ambiente que son por ejemplo: la administración del negocio a través del empirismo, la falta de conocimiento de obtención de financiamientos y el rezago educativo del empresario, entre otros; esto con el objetivo de tomar estos elementos mencionados como punto de análisis en el desarrollo del modelo de negocios.

- Transversal. La limitación de tiempo para la realización del proyecto precisa que la búsqueda de la información necesaria de los elementos remarcados en ella se ejecute en un solo momento de estudio. Para esta recolección de información del estado actual de las microempresas de la zona se hace uso de un instrumento de investigación completo y validado por expertos en la materia a fin de obtener el máximo rendimiento del análisis transversal en el área.

- Correlacional. Con base a los hallazgos de los análisis de la presente investigación, se dará marcha al establecimiento minucioso de los elementos o variables que mantienen una relación que influye en la problemática que este proyecto intenta resolver.

En relación a lo anterior, se desarrolló el instrumento de investigación a partir de soportes teóricos e históricos de las ciencias económico administrativas y sociales con el objetivo de ser validado por expertos en la materia y ser apto para la aplicación en modo de prueba piloto. Las respuestas de los reactivos que integran el instrumento de medición (encuesta) son del tipo cerrada sí - no y abiertas para registrar de mejor manera la opinión de los sujetos de estudio sobre los juicios y afirmaciones ante los cuales se pide una reacción genuina.

La prueba piloto se realizó a siete micronegocios en la ubicación anteriormente mencionada. Posteriormente, se evaluará la eficacia del instrumento y se corregirán errores de medición, contenido, lenguaje e interpretación, entre otros que pudiesen identificarse.

En la figura 1 se detallan las etapas del método de recolección de datos:

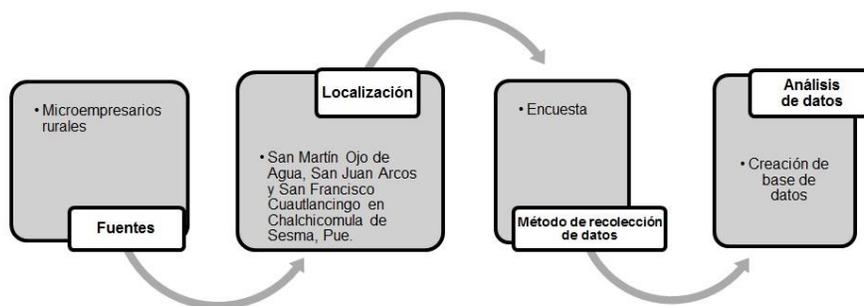


Figura 1. Método de recolección de datos. Elaboración propia (2018).

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

Durante el desarrollo de la presente investigación se han enfrentado las siguientes dificultades:

. Asimismo,

- Sesgo de información: actualmente no existe la información estadística suficiente sobre las zonas rurales de Chalchicomula de Sesma por parte de instituciones oficiales que soporten el desarrollo de esta investigación, lo cual recae en la necesidad de un levantamiento de datos presencial en la zona para localizar a los sujetos de investigación.

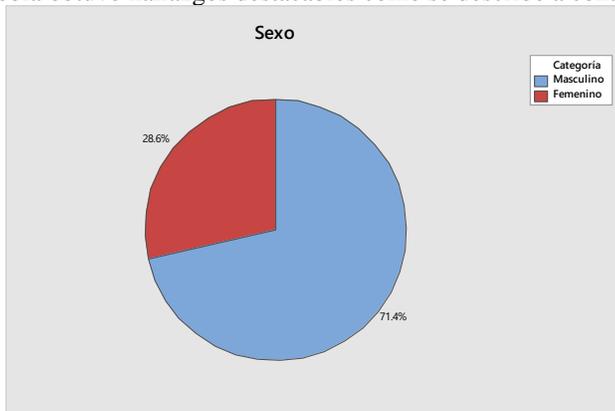
- Muestra escasa: la limitada existencia de sujetos de estudios en la población marcó una restricción para la extensión de esta investigación. Asimismo, se presentó la situación en que los microempresarios decidieron rehusarse a brindar información para el instrumento de investigación.

- Tiempo: el tiempo para la realización la investigación fue limitado, tomando en cuenta el tiempo que se excedió de los límites de tiempo para recolectar los primeros datos estadísticos y entrevistas con la población para la localización de los sujetos de estudio y su debida solicitud para colaborar con el instrumento de investigación.

- Problemas económicos: una limitante que imposibilitó el traslado necesario para visitar la zona marginada y localizar suficientes sujetos de estudio para participar del presente estudio.

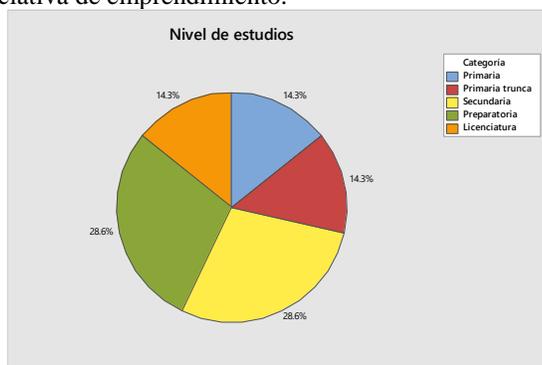
### Resultados

La realización de la prueba piloto aplicada en agosto de 2018 a las microempresas de las zonas rurales de Chalchicomula de Sesma, Puebla obtuvo hallazgos destacables como se describe a continuación:



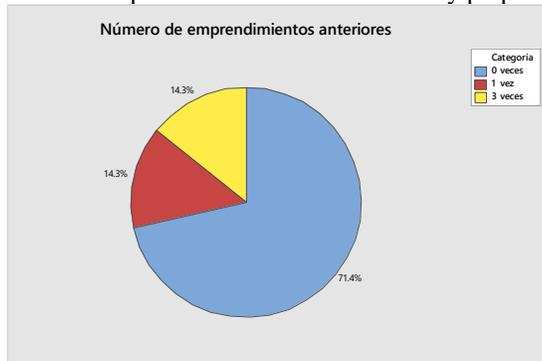
Gráfica 1. Sexo

El primer hallazgo que se logró a través de la prueba piloto fue conocer que el 71.4% de los micronegocios de la zona rural fueron emprendidos por hombres. Siendo que, al inicio de la investigación hipotéticamente se creía que las mujeres tenían más la iniciativa de emprendimiento.



Gráfica 2. Nivel de estudios

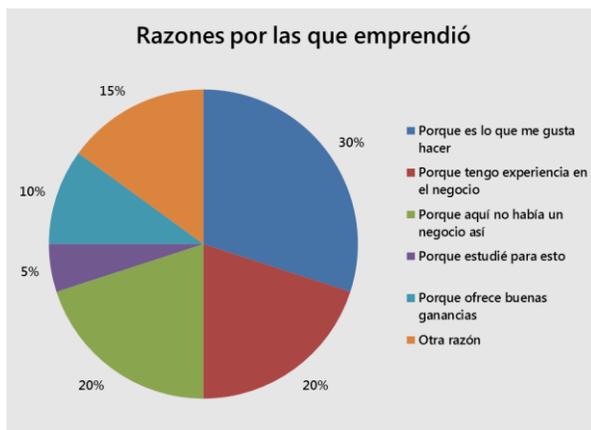
El nivel de estudio de los emprendedores de micronegocios es muy variado y no garantiza la existencia del espíritu de emprendimiento en los microempresarios. Como se demuestra en la gráfica 2, los niveles de estudio obtenidos se extienden ampliamente en un rango de preparación académica diverso. Sin embargo, se puede mencionar que el nivel más común de los emprendedores es de secundaria y preparatoria.



Gráfica 3. Emprendimientos anteriores

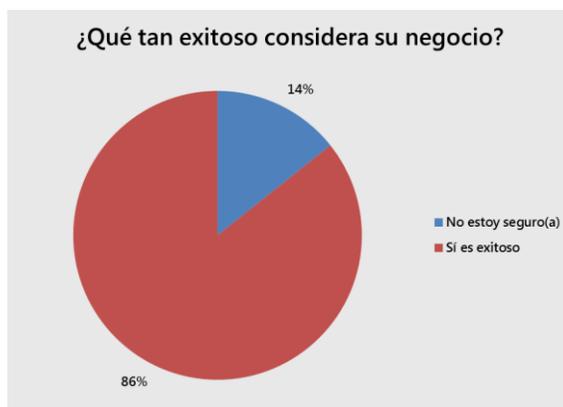
Otro hallazgo notable de esta prueba como se muestra en la gráfica 3 ha sido que la mayoría (71.4%) de los microempresarios nunca ha emprendido antes de su micronegocio actual; la mayoría de los microempresarios no han

tenido experiencia de emprendimiento anterior, lo que puede deducirse como que el micronegocio actual es el intento “prueba y error” de acuerdo a la información recabada en el instrumento de medición y a las pláticas durante la entrevista.



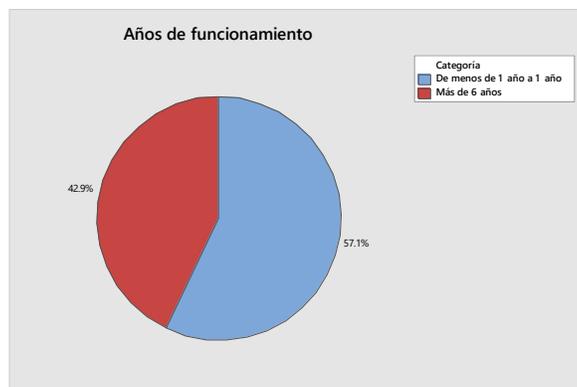
Gráfica 4. Razones por las que emprendió

El reactivo en el instrumento de medición referido a las razones por las que decidió abrir su negocio arroja resultados variados. En un reactivo de elección múltiple, los microempresarios han señalado como razón primera de abrir su negocio es “porque es lo que les gusta hacer”, en seguida las razones “porque tengo experiencia en el negocio” y “porque no había un negocio así” están dentro de las razones más comunes para abrir un negocio según los microempresarios.



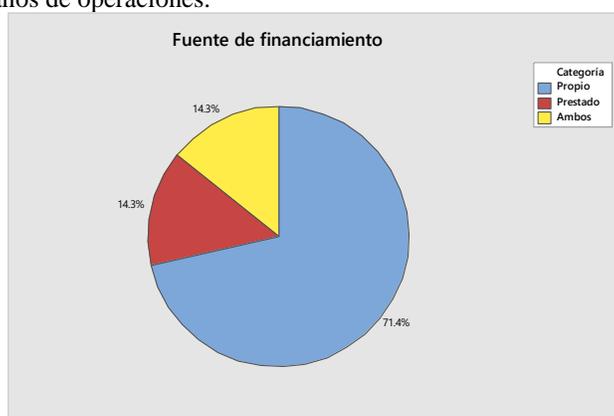
Gráfica 5. Nivel de éxito de micronegocio

Las repuestas a esta pregunta durante la prueba piloto fueron muy contundentes. La gran mayoría de los microempresarios calificaron a su micronegocio como exitoso, mientras que un 14% se declaró como inseguro del éxito de su negocio. Esta pregunta es de gran impacto dada la percepción del microempresario al respecto.



Gráfica 6. Años de funcionamiento

La información recolectada en torno a los años de funcionamiento de los micronegocios es de mucho interés. El 57.14% de los microempresarios encuestados está en su primer año de operaciones, mientras que el 42.85% tiene más de cuatro años de operaciones.



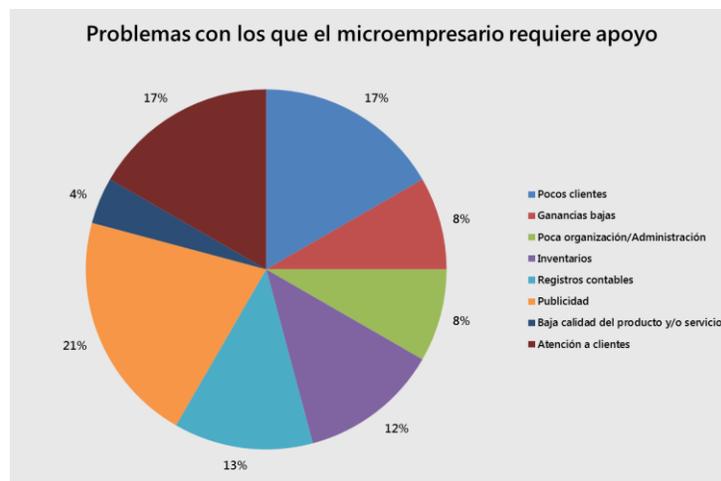
Gráfica 7. Fuente del financiamiento

Conocer que el 71% de los microempresarios financiaron su micronegocio con sus propios recursos es un hallazgo de gran relevancia dado que, hipotéticamente se consideraba que los negocios rurales eran mayormente financiados por instituciones financieras locales, programas sociales y/o préstamos de particulares.



Gráfica 8. Recuperación de la inversión

El tiempo de recuperación de la inversión ha tenido diversas respuestas entre los microempresarios. El 42% de los negocios no ha recuperado su inversión, mientras que el 28.6% lo hizo en menos de un año hasta un año y otro 28.6% lo hizo en más de un año hasta tres años.



Gráfica 9. Generación de ganancias

Otra de los resultados originados por el acercamiento con el microempresario a través de la prueba piloto fue la identificación de las problemáticas que él percibe en su negocio y, las cuales desea corregir por medio de asesoría profesional. Una de las más problemáticas más destacadas fue la publicidad con un 21% de las respuestas, mientras que la menor fue la baja calidad del producto y/o servicio con un 4%.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

El análisis de resultados de la situación de las microempresas rurales de San Martín Ojo de Agua, San Juan Arcos y San Francisco Cuautlancingo ha sido complejo y enriquecedor. Conocer los elementos en los que se desenvuelven los microempresarios es de gran valor, ya que a partir de estos conocimientos se pueden inferir aquellos factores que deberán intervenir en la creación de un plan de acción con el objetivo de apoyar el desarrollo económico de estas comunidades.

Los resultados obtenidos son una prueba de las condiciones que caracterizan a la microempresa rural de Chalchicomula de Sesma, Puebla. Estas condiciones y características forjan en la empresa rural necesidades administrativas especiales que deben ser consideradas como punto de partida para contextualizar estrategias de mejora efectivas para ellas.

#### Conclusiones

El informe de resultados presentado en este artículo da pauta a los interesados a conocer la perspectiva de las microempresas en un contexto rural. En cada una de las gráficas presentadas se dio a conocer una variable relevante para el éxito de las microempresas rurales, la cual en ciertos casos demostró hallazgos importantes durante su análisis, ya sea por su baja o alta consideración por parte de los microempresarios. Mencionado lo anterior, la variable en cuestión se puede tomar como punto de partida para la creación de estrategias administrativas que busquen mejorar o impulsar el éxito y longevidad de estos negocios.

Esta investigación busca ampliar la cobertura de las buenas prácticas administrativas en contextos rurales recónditos para mejorar las condiciones de vida de los empresarios rurales y sus familias; además de construir bases de información estadística sobre las comunidades marginadas no consideradas por instituciones censistas oficiales.

#### Recomendaciones

Este breve artículo exhorta a los interesados a continuar la labor de investigación en zonas vulnerables, las cuales necesitan apoyo profesional para mejorar su entorno. Actualmente existe un amplio campo de posibilidades por analizarse en el contexto rural, el cual está siendo menospreciado por gran parte de investigadores e instituciones oficiales debido a la poca participación y bajas expectativas que tiene en el contexto globalizado.

Por lo anterior, un pequeño cambio en la concepción sobre las zonas rurales como factores potenciales de desarrollo económico-social mejorará las condiciones de vida de muchas personas y de los propios profesionales involucrados.

### Referencias

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (03 de julio de 2016). Boletín de prensa núm. 285/16: Se difunden estadísticas detalladas sobre las micro, pequeñas y medianas empresas del país. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016\\_07\\_02.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_07_02.pdf)

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. McGraw-Hill Interamericana. México.

### **Notas Biográficas**

El **L.A Miguel Ángel Pérez Rodríguez** es estudiante de la maestría en ingeniería administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco. Cuenta con el título de Licenciado en Administración por parte de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Ha colaborado con instituciones de interés social de alto impacto en zonas marginadas de Puebla realizando labores de capacitación, docencia, trabajo social y administración.

# Desarrollo y Comparación de los Algoritmos para el Diagnóstico de Turbinas de Gas Basados en Lógica Difusa y Red Bayesiana

Juan Luis Pérez-Ruiz<sup>1</sup>, Willams Leonardo Rogel-Ramírez<sup>2</sup>, Hugo Solares-Cruz<sup>3</sup>, Igor Loboda<sup>4</sup>, Miguel Toledo-Velázquez<sup>5</sup>

**Resumen**—El presente trabajo consiste en el desarrollo y comparación de los algoritmos para el diagnóstico de turbinas de gas basados en lógica difusa y red bayesiana. Ambas técnicas son comparadas con la red neuronal perceptrón multicapa que es usada como base para determinar el rendimiento de los métodos en términos del nivel de reconocimiento de fallas. Los datos para el diagnóstico se obtienen de modelos termodinámicos de turbinas de gas usadas para propulsión y compresión de gas natural. Los resultados muestran que el algoritmo basado en lógica difusa tiene buenas capacidades en el reconocimiento de fallas y compite con perceptrón multicapa. Por otra parte, el algoritmo de red bayesiana tiene un nivel de reconocimiento aceptable pero no es suficiente para competir con perceptrón por lo que es necesario realizar otras pruebas y ajustes en el algoritmo para mejorar su nivel de diagnóstico. Ambas técnicas no requieren entrenamiento lo que significa una clara ventaja sobre perceptrón.

**Palabras clave**—Turbina de gas, diagnóstico, lógica difusa, red bayesiana, perceptrón

## 1. Introducción

Las turbinas de gas (TG) son máquinas usadas en diferentes aplicaciones tales como generación eléctrica, compresión de gas natural, aviación, propulsión marítima, etc. Estas máquinas tienden a deteriorarse y presentar fallas debido a las condiciones extremas a las que son sometidas. Algunos ejemplos de problemas en TG están relacionados con contaminación en álabes, erosión, corrosión y daño por objetos extraños (Kurz & Brun 2001). Los sistemas de monitoreo y diagnóstico basados en la medición de los parámetros del conducto de flujo (temperaturas, presiones, velocidades, etc.) sirven para conocer constantemente el estado actual del motor y, de esta manera, reducir los costos de operación, los problemas inesperados, el tiempo de revisiones mayores y situaciones catastróficas. Para desarrollar sistemas de monitoreo y diagnóstico más confiables, es necesario investigar los algoritmos relacionados con diferentes etapas de diagnóstico. Una de las etapas más desarrolladas es la de identificación de fallas. En los últimos años, diferentes técnicas han sido usadas para la identificación de fallas tales como lógica difusa (Ganguli 2013) y red bayesiana (Romessis & Mathioudakis 2006). Por un lado, la lógica difusa pertenece a los métodos de reconocimiento de patrones basados en datos, ya que no se requieren un conocimiento profundo del funcionamiento de la TG sino sólo los parámetros obtenidos mediante sensores. Por otro lado, la red bayesiana pertenece a los métodos de identificación de sistemas basados en la física ya que usan modelos termodinámicos para poder estimar parámetros de falla y conocer de forma directa el estado de salud de la turbina. Diferentes estudios de evaluación y comparación de técnicas (Jaw & Lee 2014; Simon et al. 2013) han sido llevados a cabo en los últimos años para dar recomendaciones más claras y diseñar sistemas de diagnóstico más efectivos.

Con la intención de contribuir en la evaluación de técnicas para la identificación de fallas de TG, el presente trabajo desarrolla y compara algoritmos basados en lógica difusa y red bayesiana. Cada técnica es comparada con perceptrón multicapa, una red neuronal ampliamente usada en el diagnóstico fallas (Sampath & Singh 2006; Volponi et al. 2003). Los datos necesarios para el diagnóstico se extraen de modelos termodinámicos de TG aeroderivadas usadas para la propulsión y compresión de gas natural. De estos datos, se calculan indicadores de salud llamados desviaciones que son la información de entrada a las técnicas. El criterio de comparación es una probabilidad de clasificación correcta.

El trabajo está organizado como sigue. En la Sección 2, se describe el enfoque de diagnóstico común para todas las técnicas. Las Secciones 3 y 4 presentan brevemente los algoritmos y los resultados de lógica difusa y red bayesiana, respectivamente. La Sección 5 explica las conclusiones del trabajo.

<sup>1</sup> Juan Luis Pérez-Ruiz. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Unidad Zacatenco, Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada (LABINTHAP), Ciudad de México, México. [perezruiz305@gmail.com](mailto:perezruiz305@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Willams Leonardo Rogel-Ramírez. Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Culhuacán, Ciudad de México, México. [willamsrog15@gmail.com](mailto:willamsrog15@gmail.com)

<sup>3</sup> Hugo Cruz-Solares. Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Culhuacán, Ciudad de México, México. [hsc5crm5@gmail.com](mailto:hsc5crm5@gmail.com)

<sup>4</sup> Igor Loboda. Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Culhuacán, Ciudad de México, México. [iloboda@gmail.com](mailto:iloboda@gmail.com)

<sup>5</sup> Miguel Toledo-Velázquez. Instituto Politécnico Nacional, ESIME Unidad Zacatenco, LABINTHAP, Ciudad de México, México. [mtv49@yahoo.com](mailto:mtv49@yahoo.com)

## 2. Enfoque de Diagnóstico de TG

### *Datos de TG a través de modelos termodinámicos*

Un modelo termodinámico de TG proporciona una descripción completa y sucesiva de todos los componentes principales (compresor, cámara de combustión, turbina, etc.). El modelo calcula un vector  $\vec{Y}$  de variables monitoreadas del conducto de flujo en función de un vector  $\vec{U}$  de condiciones de operación de estado estacionario (variables de control y condiciones ambientales) así como un vector  $\vec{\theta}$  de parámetros de salud, que desplazan los mapas operativos de componentes en diferentes direcciones simulando un deterioro gradual, mecanismos y fallas de diversa gravedad. En consecuencia, el modelo termodinámico puede presentarse mediante la siguiente expresión estructurada:

$$\vec{Y} = f(\vec{U}, \vec{\theta}) \quad (1)$$

### *Desviaciones*

Debido a que el modelo presentado en Ec. (1) entrega datos absolutos de las variables monitoreadas (temperaturas, presiones, velocidades, etc.), es necesario que en un proceso de diagnóstico se calculen desviaciones para revelar la degradación del motor, así como diferentes fallas en componentes y en sensores. Para una variable monitoreada, una desviación toma la forma:

$$\delta Y^* = \frac{Y^* - Y_0(\vec{U})}{Y_0(\vec{U})} \quad (2)$$

donde  $Y^*$  es el valor medido de la variable monitoreada,  $Y_0(\vec{U})$  un valor de referencia que depende de las condiciones de operación y corresponde a un estado sano de la turbina. Durante los cálculos, se establecen severidades de falla aleatorias contenidas en límites predefinidos descritos por una distribución uniforme. Para simular el ruido en las mediciones, un componente  $\varepsilon_{\delta Y} = 3\sigma_{\delta Y}$  es añadido usando una distribución normal como sigue:

$$\delta Y^* = \delta Y + \varepsilon_{\delta Y} \quad (3)$$

donde  $\sigma_{\delta Y}$  es la desviación estándar del ruido de las desviaciones. Las desviaciones para todas las variables monitoreadas forman un vector  $\vec{\delta Y}^*$  (patrón) que es una entrada a una técnica de identificación de fallas.

### *Entrenamiento y prueba*

Una clasificación completa se puede construir ahora en base a patrones formando diferentes clases de fallas en el espacio de desviaciones. Estos datos forman un conjunto de entrenamiento  $\delta \mathbf{Y}_E$  que sirven para entrenar la técnica escogida para la identificación de fallas. Después del entrenamiento, es necesario formar un conjunto de prueba  $\delta \mathbf{Y}_P$  que ayude a verificar si la técnica clasifica correctamente nuevos patrones. Este conjunto se construye de forma parecida al conjunto de entrenamiento pero con otra serie de números aleatorios.

### *Diagnóstico*

Cada patrón del conjunto de prueba pertenece a una clase de falla conocida. Para cada patrón de prueba se obtiene una diagnosis  $d_l$  que se compara con una clase conocida  $D_j$  y se calculan probabilidades  $P_{lj} = P(d_l / D_j)$ . Estas probabilidades forman una matriz de confusión como se muestra en el Cuadro 1. Los valores de la diagonal de la matriz, contenidos en un vector  $\vec{P}$ , son probabilidades de clasificación correcta de cada clase. El promedio  $\bar{P}$  de la diagonal representa el diagnóstico total de la TG. El enfoque de diagnóstico presentado en esta sección es el mismo para los dos algoritmos propuestos con sus respectivas técnicas analizadas.

## 3. Algoritmo de Diagnóstico Basado en Lógica Difusa

### *Condiciones de comparación*

El primer algoritmo usa un modelo termodinámico con la misma estructura de Ec. (1) de un motor de doble carrete para propulsión llamado en nuestro trabajo TG1 (Volponi et al. 2003; Ganguli 2013). El Cuadro 1 muestra las fallas simuladas en módulos y en el sistema, la mayoría por la variación de los parámetros de eficiencia ( $\eta$ ) y capacidad de flujo/área ( $CF/A$ ). Las variables monitoreadas que se utilizan para el diagnóstico de TG1 son:

temperatura de los gases de escape (EGT), caudal de combustible (WF), velocidad del rotor de baja presión (N1), velocidad del rotor de alta presión (N2), presión en la salida de CAP (P25), temperatura en la salida de CAP (T25), temperatura en la salida de CBP (T3) y presión en la salida de CBP (P3).

No.	Falla	Descripción	Severidad de falla
1	V	Falla en módulo de ventilador	-2% $\eta$ , -2.5% CF
2	CBP	Falla en módulo de compresor de baja presión	-2% $\eta$ , -2.2% CF
3	CAP	Falla en módulo de compresor de alta presión	-2% $\eta$ , -1.6% CF
4	TAP	Falla en módulo de turbina de alta presión	-2% $\eta$ , +1.5% A
5	TBP	Falla en módulo de turbina de baja presión	-2% $\eta$ , +3.3% A
6	2.5 BLD	Fuga de aire de sangrado de estabilidad	2%
7	2.9 BLD	Fuga de aire de sangrado de inicio	2%
8	AE <sub>CAP</sub>	Mal aparejo de los álabes estatores de compresor de alta presión	-6%
9	P49ER	Falla en sensor P49	2%

Cuadro 1. Fallas simuladas y severidad de TG1 (Ganguli, 2013).

*Procedimiento de comparación*

El procedimiento de comparación propuesto para el diagnóstico de TG1 es presentado en la Figura 1. Las descripciones generales de lógica difusa y perceptrón se dan a continuación.

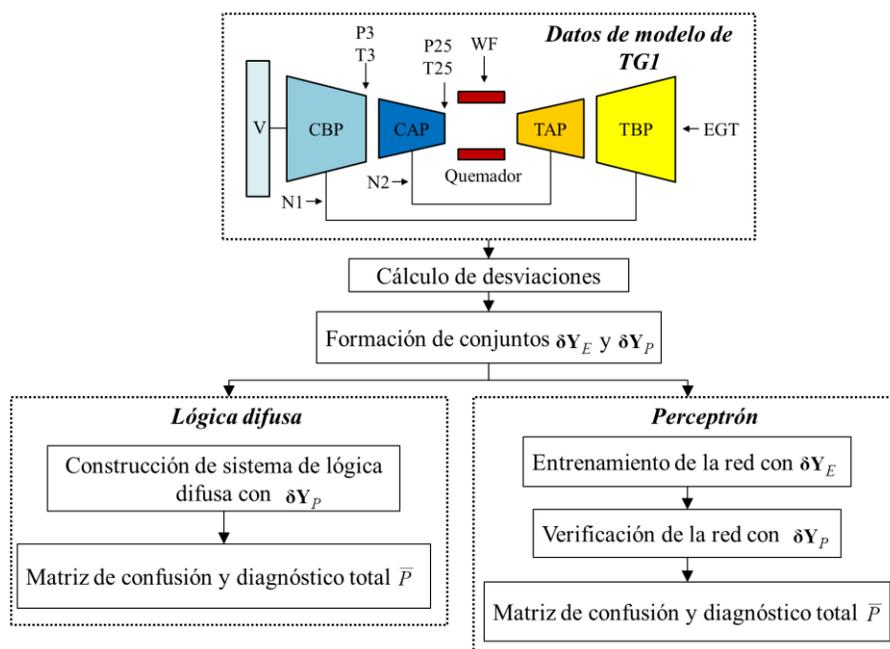


Figura 1. Procedimiento de diagnóstico de TG1.

**Lógica difusa:** Un sistema de lógica difusa es un mapeo no lineal de un vector característico de entrada a una salida escalar. Las entradas al sistema difuso son los patrones y las salidas son las clases de fallas. La construcción de un sistema de lógica difusa depende de cuatro componentes básicos: reglas, fuzzificador, motor de inferencia y defuzzificador. Las reglas son un conjunto de declaraciones IF-THEN que gobiernan al sistema y que provienen de datos numéricos. El fuzzificador mapea valores numéricos de entrada a conjuntos difusos. Un conjunto difuso está caracterizado por una función de membresía. El motor de inferencia mapea de un conjunto difuso a otro difuso y determina la manera en que los conjuntos están combinados. El defuzzificador regresa de valores difusos a valores numéricos que es nuestro caso representan la clase a la que un patrón pertenece. El bloque de lógica difusa sólo usa el conjunto de prueba porque el sistema no necesita entrenamiento.

**Perceptrón:** El perceptrón consiste en un conjunto predefinido de pares de entrada-objetivo y un algoritmo de retropropagación en la etapa de entrenamiento que modifica todas las matrices de peso y vectores de bias en las

capas ocultas y de salida proporcionalmente al gradiente decreciente de la función de error. Esta actualización resulta en la capacidad de la red para aprender relaciones entre las entradas (patrones) y salidas (clases de falla). Cuando una nueva entrada es presentada, las salidas de los vectores de entrada de entrenamiento cercanos determinan la nueva salida (Beale et al. 2014).

**Resultados**

Los resultados de la clasificación correcta para cada clase de falla (contenidos en  $\bar{P}$ ) así como el diagnóstico total  $\bar{P}$  se muestran en el Cuadro 2 para lógica difusa y perceptrón. Se puede observar que la probabilidad  $\bar{P}$  es muy parecida entre ambas técnicas con una diferencia de sólo 0.0026 (0.26%). La Figura 2 presenta la comparación de las dos técnicas para una variación del nivel de ruido desde 0% hasta 150%. Como se nota, el valor de  $\bar{P}$  va decreciendo al aumentar el ruido. En la mayoría de los casos, especialmente cuando el ruido es mayor, perceptrón es ligeramente superior a lógica difusa.

Técnica	V	CBP	CAP	TAP	TBP	2.5 BLD	2.9 BLD	AE <sub>CAP</sub>	P49ER	$\bar{P}$
Lógica difusa	1	1	0.9370	1	1	0.8530	0.9610	1	1	0.9723
Perceptrón	1	1	0.9200	1	1	0.8980	0.9560	1	1	0.9749

Cuadro 2. Diagnóstico de TG1 para lógica difusa y perceptrón (ruido 100%)

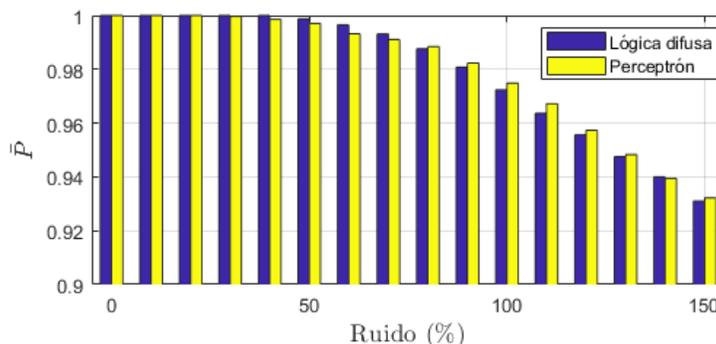


Figura 2. Diagnóstico de TG1 para lógica difusa y perceptrón con diferentes niveles de ruido.

**4. Algoritmo de Diagnóstico Basado en la Red Bayesiana**

*Condiciones de comparación*

El segundo algoritmo usa un modelo termodinámico de un motor de doble eje para compresión de gas natural llamado TG2 (Loboda 2007). El Cuadro 3 muestra las fallas simuladas con su severidad. Las variables monitoreadas usadas para el diagnóstico son: presión total del compresor ( $P_C$ ), presión total de TAP ( $P_{TAP}$ ), temperatura total de compresor ( $T_C$ ), temperatura total de TAP ( $T_{TAP}$ ), temperatura total de TP ( $T_{TP}$ ) y flujo de combustible ( $G_f$ ).

No.	Falla	Descripción	Severidad de falla
1	$CF_C$	Capacidad de flujo de compresor	-5%
2	$Ef_C$	Eficiencia de compresor	-5%
3	$A_{TAP}$	Área de turbina de alta presión	-5%
4	$Ef_{TAP}$	Eficiencia de turbina de alta presión	-5%
5	$A_{TP}$	Área de turbina de potencia	-5%
6	$Ef_{TP}$	Eficiencia de turbina de potencia	-5%
7	$\sigma_{CC}$	Relación de presión de cámara de combustión	-5%
8	$Ef_{CC}$	Eficiencia de cámara de combustión	-5%
9	$\sigma_{EN}$	Factor de pérdidas de presión en la entrada	-5%

Cuadro 3. Fallas simuladas y severidad de TG2

*Procedimiento de comparación*

El procedimiento de comparación para diagnosticar las fallas en TG2 es muy parecido al de TG1 y se presenta en la Figura 3. La descripción general de la red bayesiana se da a continuación.

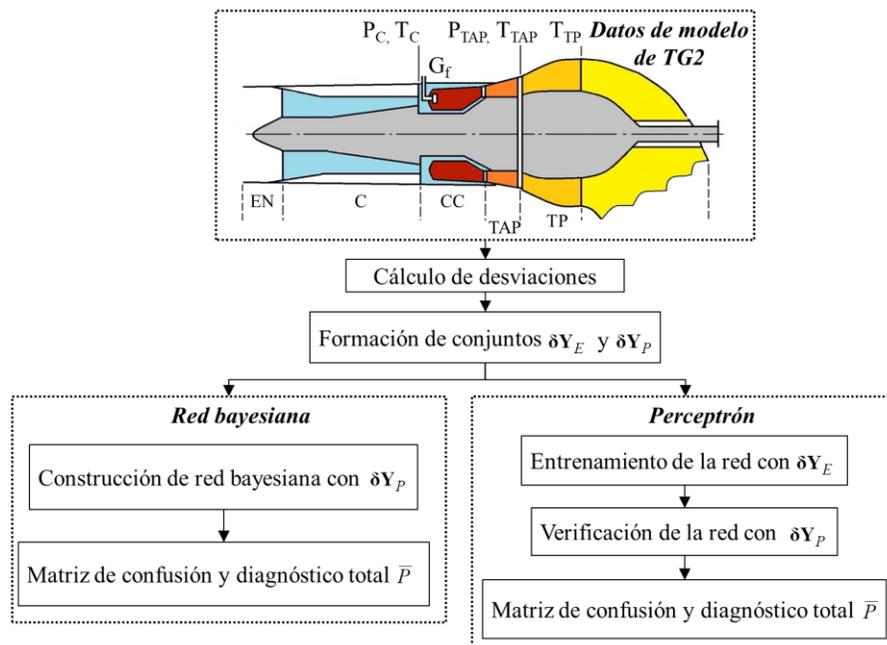


Figura 3. Procedimiento de diagnóstico de TG2.

**Red bayesiana:** Una red bayesiana consiste en nodos que representan variables discretas como se definen en la teoría de la probabilidad. Todos los posibles valores discretos de una variable componen el conjunto de estados del nodo correspondiente. La interrelación entre variables se expresa a través de conexiones de la red. La relación cuantitativa entre los nodos está dada por una tabla de probabilidad condicional de cada nodo. De este modo, la arquitectura de una red bayesiana está representada por los nodos y conexiones. Una vez que se define la arquitectura y dado el estado de uno o más nodos de la red, se pueden estimar las probabilidades de los estados del resto de nodos. Las probabilidades estimadas están en función de la probabilidad conjunta de los nodos de la red. Para nuestro caso de diagnóstico, una red bayesiana está construida por nodos de entrada que son desviaciones de variables monitoreadas (patrones) conectados con desviaciones de parámetros de salud del motor. La salida de la red proporciona la clase de falla a la que un patrón pertenece.

*Resultados*

Los resultados de la clasificación correcta para cada clase de falla así como el diagnóstico total  $\bar{P}$  se muestran en el Cuadro 4 para red bayesiana y perceptrón. De estos datos, la diferencia entre técnicas es visible, alrededor de 0.1422 (14.22%), siendo perceptrón el que obtiene mejores resultados. La clase de falla  $E_{f_{TAP}}$  es un claro ejemplo de la superioridad de perceptrón con 77% de reconocimiento contra 26.8% de la red bayesiana. La Figura 4 presenta la comparación de las dos técnicas para diferentes niveles de ruido. Como puede observarse, para valores mayores de ruido la diferencia de  $\bar{P}$  entre técnicas aumenta (acerca de 20% de diferencia para 150% de ruido), siendo en todos los casos perceptrón el mejor candidato para diagnosticar fallas.

Técnica	CF <sub>C</sub>	Ef <sub>C</sub>	A <sub>TAP</sub>	Ef <sub>TAP</sub>	A <sub>TP</sub>	Ef <sub>TP</sub>	σ <sub>CC</sub>	Ef <sub>CC</sub>	σ <sub>ent</sub>	$\bar{P}$
Red bayesiana	0.5690	0.6440	0.7310	0.2680	0.7060	0.9870	0.7490	0.7090	0.7210	0.6760
Perceptrón	0.8670	0.7040	0.8640	0.7700	0.8820	0.8260	0.8530	0.8030	0.7950	0.8182

Cuadro 4. Diagnóstico de TG2 para red bayesiana y perceptrón (ruido 100%).

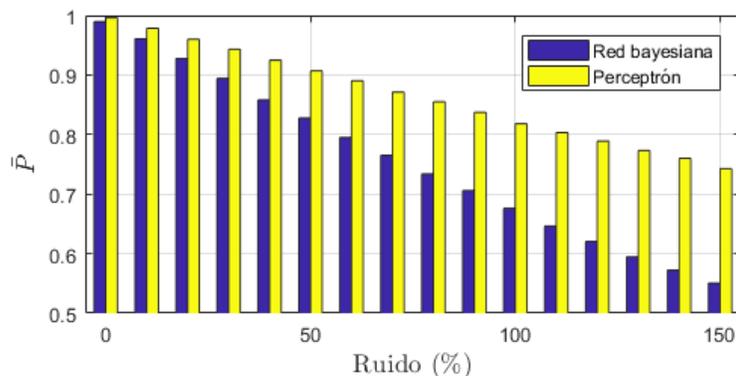


Figura 4. Diagnóstico de TG2 para red bayesiana y perceptrón con diferentes niveles de ruido.

### 5. Conclusiones

El presente trabajo abordó el desarrollo de dos algoritmos, uno basado en lógica difusa y el otro en red bayesiana. Ambas técnicas fueron comparadas con un tercer método base (perceptrón multicapa) para comparar el rendimiento en términos del porcentaje correcto de identificación de fallas. Los resultados mostraron que el algoritmo basado en lógica difusa tiene buenas capacidades para el diagnóstico de TG y muy similares a perceptrón incluso cuando el ruido en las desviaciones es aumentado. Además, este algoritmo de lógica difusa no necesita entrenamiento ya que sus decisiones están basadas en reglas pre-definidas. El algoritmo de red bayesiana por su parte muestra una probabilidad aceptable pero más baja que perceptrón que se hace más evidente al aumentar el ruido. Esto puede ser debido a una incorrecta estimación de parámetros de falla que afecta directamente a las decisiones de diagnóstico. Ajustes en la decisión final de estimación deben realizarse así como pruebas relacionadas con la inclusión de una clase sana que pueda agrupar los patrones del centro de las clases donde hay más intersecciones que contribuyen a más errores de reconocimiento reduciendo el diagnóstico. Sin embargo, al igual que el algoritmo de lógica difusa, la red bayesiana no necesita entrenamiento lo que la convierte en una técnica rápida.

### Referencias

- Beale, M., Hagan, M. & Demuth, H., 2014. *Neural Network Toolbox User's Guide*, Natick, Massachusetts: MathWorks, Inc.
- Ganguli, R., 2013. *Gas turbine diagnostics : signal processing and fault isolation*, CRC Press.
- Jaw, L.C. & Lee, Y.-J., 2014. Engine Diagnostics in the Eyes of Machine Learning. In *ASME Turbo Expo 2014*. Düsseldorf, Germany: ASME, p. V006T06A029.
- Kurz, R. & Brun, K., 2001. Degradation in Gas Turbine Systems. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 123(1), pp.70–77.
- Loboda, I., 2007. Gas Turbine Diagnostic Model Identification on Maintenance Data of Great Volume. *Aerospace Technic and Technology Journal*, (10), pp.198–204.
- Romessis, C. & Mathioudakis, K., 2006. Bayesian Network Approach for Gas Path Fault Diagnosis. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 128(1), p.64.
- Sampath, S. & Singh, R., 2006. An Integrated Fault Diagnostics Model Using Genetic Algorithm and Neural Networks. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 128(1), pp.49–56.
- Simon, D.L. et al., 2013. Aircraft Engine Gas Path Diagnostic Methods: Public Benchmarking Results. In *ASME Turbo Expo 2013*. San Antonio, Texas, USA, p. V004T06A014.
- Volponi, A.J. et al., 2003. The Use of Kalman Filter and Neural Network Methodologies in Gas Turbine Performance Diagnostics: A Comparative Study. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 125(4), pp.917–924.

# Circunstancias en torno a la entrevista realizada al maestro Emmanuel Arias y Luna

Lic. Oscar Gabriel Pérez Ruiz<sup>1</sup>, Dr. Alfonso Pérez Sánchez<sup>2</sup>

**Resumen**—El maestro Emmanuel Arias y Luna es un músico mexicano que se ha desempeñado a lo largo de su carrera como violinista, director, compositor y pedagogo. Dado la destacada trayectoria del maestro Arias, ha sido de gran interés el realizar una investigación exhaustiva para poder dejar un enriquecido registro no sólo de su obra, sino también de elementos que han influenciado en su quehacer musical. La intención principal del trabajo de investigación fue el análisis de un conjunto de estudios para violín llamadas “Diez Instantáneas Op. 16” compuestos por él. Por esta razón, es que se decidió realizar una entrevista donde pudiera profundizarse en dichos análisis. Dentro de ésta salieron a la luz circunstancias que pueden ser de gran interés para cualquier investigador a pesar de no tener relación directa con los estudios para violín.

**Palabras clave**— Arias, Entrevista, Investigación, Circunstancias

## Introducción

Dentro de un trabajo de investigación, la entrevista puede fungir como una gran herramienta. El motivo principal por el cual un investigador toma la decisión de utilizar dicha herramienta impera en el hecho de que en ocasiones no se cuenta con ninguna información necesaria que se requiere, sino que tampoco existe siempre la posibilidad de que otra persona sea poseedora de aquella información que puede llegar a ser muy relevante para el tema de investigación, por muy puntual que sea. Esto ocurre en el caso del compositor Emmanuel Arias, por esta razón, fue que decidió realizar una entrevista a este músico queretano, con la esperanza de que pudiera enriquecer en gran medida los temas que circundan al trabajo de investigación en proceso; aprovechando de esta manera la viabilidad de poder hacerlo, ya que no todos los investigadores se encuentran con la fortuna de poder entrevistar cara a cara con importantes personajes que, a su vez, son motivo de sus investigaciones.

Se pretende de antemano, al momento de hacer una entrevista, tener una serie de preguntas ya estructuradas; mismas que se encuentran totalmente dependientes del tema de investigación y del flujo que se deseé llevar a lo largo de la entrevista. Es decir, que aunque evidentemente no se tenga la certeza de las respuestas que brotarán, ya se tiene cierta concepción del contenido que habrá a lo largo de la entrevista desde antes de ésta. Sin embargo, en el caso específico del diálogo que se tuvo con el maestro Arias, se encontró que en los aspectos abordados a modo de pregunta surgieron temas que, sin desplazarse del objetivo principal, fueron sorpresivamente más enriquecedores y hasta cierto punto inesperados. De ahí que, en un trato más personal con el maestro Arias y sumergido en un ambiente anecdótico, más que formal, es como pudo salir a flote la tan interesante carrera que el maestro ha llevado, de la cual destaca no solamente su reconocida obra, sino también su relación con diversos personajes tan famosos en el mundo musical, tanto mexicano como internacional.

## Circunstancias en torno a la entrevista

*Motivo por el cual se realizó la entrevista al maestro Emmanuel Arias*

La razón por la que se realizó la entrevista al maestro Arias se debe a la existencia de una serie de estudios para violín dentro de su acervo musical llamados *Diez Instantáneas Op. 16*. Esta serie de estudios fue compuesta por el maestro Arias preocupado por el desarrollo musical de sus estudiantes a lo largo de su vida como docente. Partiendo de lo anterior, fue como comenzó un interés por la investigación de estos estudios, y al mismo tiempo, de la carrera musical del maestro. De esta manera fue que se determinó la importancia de realizarle una entrevista, para complementar el trabajo de tesis de maestría que realizó en el Posgrado en Artes de la Universidad de Guanajuato. Sin embargo, las circunstancias que brotaron de aquella eran hasta entonces un enigma. La entrevista se realizó en dos sesiones los días 5, 12 y 19 de marzo del 2018 en el domicilio particular del compositor ubicado en la ciudad de Querétaro.

<sup>1</sup> El Lic. Oscar Gabriel Pérez Ruiz es estudiante de maestría en el Posgrado en Artes de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. [OscarMixtli@outlook.com](mailto:OscarMixtli@outlook.com)

<sup>2</sup> El Dr. Alfonso Pérez Sánchez es profesor titular en el Departamento de Música y Artes Escénicas de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. [a.perezsanchez@ugto.mx](mailto:a.perezsanchez@ugto.mx)

### *Dificultades que surgieron antes, durante y después de la entrevista*

Parece ser que existe una alta probabilidad de enfrentar dificultades cuando se trata de entrevistar a un músico, algunas de ellas fáciles de evadir y otras, no tanto. El entrevistador, en ocasiones cuenta con las herramientas necesarias y prevé aquellas circunstancias que puedan surgir. Por otro lado, existen ocasiones donde el entrevistador se ve en la necesidad de improvisar en el momento para poder lograr la mejor entrevista, como en el caso de García (2016), cuando se encontró en un automóvil persiguiendo un convoy para poder entrevistar a Paul McCartney.

En particular con la entrevista al maestro Arias, más que una dificultad, fue un trabajo que tuvo que hacerse meticulosamente al organizar el temario que se abordaría, yendo de lo general a lo particular para así poder concretar las preguntas específicas que ayudarían al proyecto de investigación. Debido a la gran diversidad de temas que se pudieron tratar con el maestro Arias gracias a su tan interesante trayectoria, fue menester el focalizar el objetivo de la entrevista, puesto que ésta estaba dedicada a la búsqueda de información que pudiera ayudar a reconstruir el contexto de su vida y obra. De este modo, fue que se llegó a la estructuración del temario de la entrevista segmentada en cuatro partes:

- a) Trayectoria de su formación personal
- b) Experiencia de su trabajo en la OSN y de su trabajo con Carlos Chávez
- c) Material pedagógico y su experiencia con éste
- d) “Diez Instantáneas” Op. 16 para violín

Así pues, fue que durante la entrevista se logró abarcar los temas que eran de mayor interés en específico con el objetivo que se tenía anteriormente. Sin embargo, el hecho de entrevistar a un músico, dirigirle preguntas acerca de su vida, su carrera y su obra como tal remite a cuestionarse, ¿de qué manera es posible abordar a esa persona? Pregunta que resulta una tarea difícil, o podría decirse, casi imposible de anticipar. Para poder lograrlo, es necesario sacar todo prejuicio de lo que creemos “una reacción natural” ante una entrevista; en especial si se tocan temas acerca de los logros de un artista. Partiendo de esto, se entiende que cuando un investigador no conoce personalmente a quien pretenda entrevistar, puede ser de gran ayuda anticipar una cita donde a modo de charla, se establezca un entorno de familiaridad. Bajo ese contexto, es posible, en primer lugar conocer un poco de la personalidad de la otra persona (si es introvertida, extrovertida, amable, etc.), y en segundo lugar entablar los términos de la entrevista (si la persona autoriza que se publique el contenido total o parcial, los temas que se pueden y los que no se pueden tocar, el uso que se le dará a la información recabada de la entrevista, etc.). De esta manera (con respecto a la forma de abordar al maestro Arias) fue posible crear un ambiente de confianza y también tener una mejor visión acerca de cómo se podía llevar a cabo el flujo de la entrevista. Pues bien, gracias a la pequeña charla previa, es que se pudo lograr que el maestro Arias cambiara de opinión acerca de que se realizase un proyecto de investigación sobre su obra; ya que inicialmente se encontraba inseguro de que se pusiera tanto énfasis en su trabajo y su carrera musical, rechazando la propuesta rotundamente.

Pese a que el asunto del temario de preguntas había sido relativamente resuelto, aún fueron expuestas algunas barreras durante la entrevista, y otras que le sucedieron. Al ser únicamente necesario el audio para la recabación de datos, se utilizó una grabadora específicamente de audio, misma que fue capaz de capturar cada una de las palabras dichas en la entrevista; sin embargo, llegado el momento en que fue necesario transcribir la entrevista completa a texto, salieron a denotar pequeños segmentos donde la dicción del maestro Arias es escasamente entendible, o en su defecto, nulamente entendible (principalmente por el uso de palabras en otro idioma), situación que dio pie a prolongar aún más el trabajo de transcripción.

### *Elementos indispensables a considerar dentro de la entrevista al maestro Arias*

Como destacamos anteriormente, existen distintos elementos dentro de una entrevista que es sumamente recomendable prever, como el hecho de estructurar el temario que se abordará o que la información se torne en algunos momentos difícilmente indescifrable. Por ello, es indispensable contar con el equipo adecuado para poder recabar esta información de la mejor forma posible. En el caso de la entrevista que le fue realizada al maestro Arias, se utilizó solamente una grabadora de voz con el propósito de capturar cada una de las palabras dichas durante la entrevista y de esa manera poder hacer una fiel transcripción. Sin embargo, como postulamos anteriormente, hay ocasiones en que se pueden escapar ciertos datos, incluso cuando se cree tener el equipo adecuado, obligando al transcriptor a repetir varias veces esos extractos para entenderlos.

Del mismo modo, resulta de gran importante reflejar la seriedad en el trabajo de investigación con cada detalle. Como uno de los más relevantes se encuentra la formalidad que existe en el proceso de una entrevista. Éste, resultó ser un factor que influyó en gran medida en la relación y la confianza con el maestro Arias, dado que la formalidad con que se realiza un trabajo no es solamente un reflejo del trabajo propio, sino que, como en el caso de la entrevista en

mención, es un reflejo de la seriedad con que se toma el trabajo de la otra persona. Asimismo, podemos resaltar como elementos de esta formalidad la puntualidad, la preparación que se tiene para desarrollarla y el orden con el que se lleva el trabajo (control de tiempo, orden de temario, etc.). Por supuesto, algo que puede determinar la viabilidad de que esta formalidad sea posible, es el hecho de que el entrevistador tenga un suficiente conocimiento sobre el tema. Por esta razón, es que existen en el mundo de la musicología ejemplos de gran calidad de entrevistas como la de Bethencourt (2017) a la musicóloga cubana Victoria Eli, donde el conocimiento acerca de la musicología, y mejor aún, la relación entre ambos personajes da pie a un enriquecedor contenido.

*Reseña de la relación entre Emmanuel Arias y Celibidache. Un tesoro escondido.*

En este apartado se incluyen algunos extractos provenientes de la entrevista realizada, como por ejemplo, el primer encuentro con el maestro Celibidache:

Pues mira, la primera vez que vino lo fui a oír, me gustó mucho cómo dirigía; salvo que se movía mucho; era... Así, digamos payaso, bailaba y le hacía... Pues estaba joven, pero sí hacía que sonara muy bien la orquesta, y yo tenía ganas de mostrarle el violo. Entonces le hablé una vez por teléfono y entonces me contestó y me dijo: "Bueno, ya hablaremos en otra ocasión, ahorita tengo mucho frío; me acabo de bañar y tengo mucho frío" (Arias, 2018).

Durante la entrevista, el maestro Arias se encontraba relatando cómo conoció, tocó e incluso hizo un trabajo de investigación acerca de un instrumento de cuerda frotada llamada "violo". A consecuencia de eso, resultó muy interesante que mencionó haberle gustado mucho el instrumento al maestro Celibidache; por lo que se le pidió que relatara cómo fue que conoció a tal eminencia de la música, dado que el maestro Arias tuvo la grata amabilidad de adentrarse en tal anécdota:

Pues mira, cuando llegué yo tenía ganas de verle y platicarle de esto, pero pues no se podía porque no había ningún trato. En otra ocasión volvió a venir, y yo ya estaba en la sinfónica; entonces fue mucho más fácil. Le comentamos de violo y del cuarteto, escuchó y dijo que era el único instrumento que haría falta en la orquesta sinfónica, pero que era muy difícil ir contra la tradición; pero yo creo que con esta idea de los quintones en los instrumentos, ya sería de verdad un cuarteto y sí se podría tocar todo eso (Arias, 2018).<sup>3</sup>

De esta manera fue que Celibidache tuvo interés en mantener una relación con el maestro Arias, debido a sus aportaciones en conocimiento acerca del violo. Gracias a esto, pudo obtener no solo excelentes consejos de música del director de orquesta rumano, sino también experiencias que marcarían el resto de su carrera como compositor, intérprete, director de orquesta y pedagogo: "*Como docente lo primero para mí fue que estuviese la técnica bien firme, que la mano estuviese bien armada; ese es lo primero. Y después ya entonces los detalles de interpretación. Lo que enseñaba Celibidache y los grandes, especialmente Celibidache*" (Arias, 2018). Derivado de esto, resulta sumamente interesante el hecho de poder pensar que la influencia de músico rumano en el maestro Arias ha sido tal, que incluso ha podido llegar hasta la formación de muchos de sus alumnos. Las aportaciones del maestro Celibidache a la formación del maestro Arias, no solo denotan una gran calidad musical dentro del ámbito pedagógico, sino que también la transmisión de una pequeña parte de su concepción de la música, puede llegar a enriquecer a cualquier músico hoy en día, en especial en tiempos donde el arte se encuentra en un constante debate acerca del uso de la tecnología en la música académica.

Realmente, mira; tú puedes oír una grabación de la quinta sinfonía de Tchaikovsky... ¡Qué maravilla de grabación! Tiene muchas grabaciones, pero lo más importante es que no son de estudio; son en vivo. Él no quería de estudio... Dice: "no, porque es música enlatada. ¿Cómo van a subirle el volumen nada más dándole vuelta aquí y aquí? ¡No, tiene que ser la realidad, lo que se oye en el momento, cómo transcurre la música! Lo que va saliendo de cada lado, en cada lugar" (Arias, 2018).

Pues bien, es menester destacar la reflexión que el maestro Celibidache hace sobre el papel del artista acerca de lo que puede llegarse a considerar música "enlatada", poniendo en tela de juicio la calidad en el trabajo de grabación orquestal, sobre todo el realizado en el estudio de grabación, percibido como inerte, en contraste con las grabaciones en directo.

<sup>3</sup> El violo es un instrumento de cuerda frotada creada por el maestro Baudelio García. Dicho instrumento tiene su peculiaridad en que su registro se encuentra entre la viola y el chelo, enriqueciendo así el timbre de un cuarteto o incluso una orquesta.

### Comentarios finales

Existen circunstancias que podrían presentarse como retos cuando de abordar una entrevista se trata. No obstante, de algunas de ellas pueden derivar temas tan interesantes, dignos de nuevas aperturas a investigación. Tal caso es el que surgió a partir de la entrevista con el maestro Arias; pues el objetivo inicial de ésta fue crear un contexto que enriqueciera el trabajo de investigación acerca de los estudios para violín.

Aunque de antemano se esperaba un contenido de gran calidad dentro de la entrevista, resultó ser una gran sorpresa el escuchar diversas anécdotas relatadas por el maestro Arias, las cuales fácilmente pueden verse inmersas en la calidad de vida de algún músico que tenga la disposición de aprender de ellas. De este modo, se percibe que existen diversas circunstancias en torno a una entrevista, mismas que pueden cambiar el curso de ésta, algunas veces de forma positiva como es el caso reseñado en este trabajo.

### Recomendaciones

Hoy día existen grandes compositores y músicos mexicanos que son poco conocidos y, por lo tanto, poco estudiados. Es importante que los musicólogos exploren nuevos campos de investigación enfocándose cada vez más en rescate, estudio y difusión de la música local. El caso del maestro Arias es un claro ejemplo de los tesoros que algunos artistas mexicanos resguardan en anécdotas, obras o conocimiento. Así como las experiencias con el maestro Celibidache, surgieron otros temas sumamente interesantes a lo largo de la entrevista realizada al maestro Emmanuel Arias y Luna por el licenciado Oscar Gabriel Pérez Ruiz, que serán descritos en publicaciones futuras. De cualquier modo, se extiende la invitación a musicólogos a continuar con más investigaciones acerca de la vida y obra del maestro Arias u otros compositores mexicanos que guardan en su memoria interesantes anécdotas y microhistorias sobre el contexto nacional musical.

### Referencias bibliográficas

Pérez, O. (2018). "Entrevista realizada al maestro Emmanuel Arias y Luna". Los días 5, 12 y 19 de marzo. Querétaro, Qro. México.

Eli, Victoria. (2017). "Considero que formo parte de la musicología española con un perfil hacia América". Entrevista realizada por Francisco Bethencourt Llobet. *El oído pensante*, vol. 5, n°2.

García, F. (2016). "Cómo entrevistar a una estrella de Rock y no morir en el intento". Ciudad de México, México: Color.

### Notas Biográficas

El **Lic. Oscar Gabriel Pérez Ruiz** es egresado de la facultad de Bellas Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro como músico con línea terminal en instrumento, ha dado clases de violín en la escuela de iniciación de Bellas Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro, y entre otras escuelas particulares de la ciudad de Querétaro. Participó como primer violín y arreglista de cuerdas en la orquesta del teatro cómicos de la legua. Ha participado como ponente en la III y IV Jornada Estudiantil de Investigación Musical DeMGU, así como también en el VII Congreso de Artes y Humanidades de la Facultad de Bellas Artes. Actualmente se encuentra estudiando la Maestría en Artes en la Universidad de Guanajuato.

El **Dr. Alfonso Pérez Sánchez** es profesor titular en el Departamento de Música, integrante del Núcleo Académico Básico del Posgrado en Artes y coordinador de la Maestría en Artes de la Universidad de Guanajuato. Institución educativa donde realiza investigación, extensión, así como docencia y dirección de tesis en licenciatura, maestría y doctorado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y cuenta con el perfil deseable PRODEP. Es Doctor en Historia y Ciencias de la Música por la Universidad Complutense de Madrid, cuya tesis sobre el legado sonoro de Iberia de Isaac Albéniz obtuvo Sobresaliente Cum Laude (Beca Maec-Aecid). Asimismo, tiene el grado de Maestro en Música por el San Francisco Conservatory of Music, EE. UU. (Beca Fulbright). Realizó su Licenciatura en música (Cum Laude) en la Universidad de Guanajuato. Su principal línea de investigación gira en torno al estudio musicológico de la grabación sonora como reflejo de la praxis interpretativa musical.

## Extracción de pectina a partir de la cáscara de tomatillo (*physalis ixocarpa*)

M.C. Rosina Pérez Sánchez<sup>1</sup> M.C. Rafael Raya Villalpando<sup>2</sup> Alma Yunuen Raya Tapia<sup>3</sup> María Annel Cornejo Solorio<sup>4</sup> Abigail López Basave<sup>5</sup>

**Resumen**—Las pectinas son un tipo de aditivo obtenido por un proceso químico y de materia prima vegetal, especialmente de frutas, tiene aplicaciones en diferentes industrias, pero se usa más en la industria alimenticia para dar propiedades gelificantes a los alimentos y como estabilizantes. En este trabajo se presenta como tema de investigación la extracción de pectina a partir de la cáscara del tomatillo (*physalis ixocarpa*) a escala laboratorio por medio de hidrólisis en medio ácido y precipitación con alcohol etílico. Creando una matriz de experimentos con pH de 2.5, 2.8 y 3.2, a una temperatura fija de 85°C y con tiempos de calentamiento de 45, 60 y 75 minutos.

**Palabras clave**—Pectina, cáscara de tomatillo, hidrólisis acida, metóxido, Gelificación.

**Abstract**—Pectins are a type of additive obtained by a chemical process and a vegetable raw material, especially fruits, has applications in different industries, but is used more in the food industry to obtain gelling properties such as food and as stabilizers. In this work, the extraction of pectin from the tomatillo husk (*physalis ixocarpa*) is presented as a laboratory topic in the middle of the hydrolysis in the acid medium and with ethyl alcohol. Creating a matrix of experiments with pH of 2.5, 2.8 and 3.2, a fixed temperature of 85 ° C and heating times of 45, 60 and 75 minutes.

**Key words**—Pectin, tomatillo husk, acid hydrolysis, methoxide, gelation.

### Introducción

En los últimos años los productos bionaturales han cobrado importancia debido a sus innumerables beneficios para la salud. Uno de estos productos es la pectina, que es un biopolímero constituido principalmente por ácido galacturónico, y que gracias a sus propiedades gelificantes y de absorción se emplea en la industria de los alimentos, cosmética y farmacéutica.

La pectina es una sustancia natural que se forma principalmente en la pared primaria y en los tejidos mesenquimáticos y parenquimáticos de frutos y vegetales, y tiene la función de cemento intercelular (Nwanekesi, Alawuba y Mkpolulu, 1994:159-161; Srinrangarajan, y Shrikhande, 1979: 567-569).

La pectina forma coloides por excelencia, ya que tiene la propiedad de absorber una gran cantidad de agua, pertenecen a la familia de los oligosacáridos y polisacáridos de alto peso molecular y contienen largas cadenas formadas por unidades de 1,4- $\alpha$ -D-ácido galacturónico (GalpA). Tres polisacáridos pécticos (homogalacturona, rhamno galacturona-I y galacturonas sustituidas) han sido separados y caracterizados y todos con tienen GalpA en mayor o menor cantidad.

En las frutas, la mayoría de los grupos ácidos del ácido galacturónico están esterificados por metanol. Este metanol puede perderse con relativa facilidad por hidrólisis ácida o enzimática, dejando el grupo ácido libre. En función del porcentaje de restos de ácido galacturónico esterificado las pectinas se clasifican como de alto metoxilo cuando este porcentaje es superior al 65% y de bajo metoxilo cuando es inferior.

Para fines industriales, la fuente de obtención de las pectinas se restringe principalmente a las cáscaras de los frutos cítricos (20-35%), infrutescencia del girasol (15-25%), remolacha (10-20%) y pulpa de manzana (10-15%).

Se estima que la producción mundial de pectina es de 35.000 toneladas por año. Los principales productores son Dinamarca, Holanda, Estados Unidos, Canadá, México, Suiza y Alemania.

El tomate de cáscara, también llamado tomate verde, tomatillo o tomate de milpa, fue conocido desde tiempos remotos por los Aztecas y Mayas. Se produce en casi todo México, parte de Estados Unidos y Centro América. El

<sup>1</sup> M.C. Rosina Pérez Sánchez es Profesora del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, en Michoacán. [rosina.perez.sanchez@gmail.com](mailto:rosina.perez.sanchez@gmail.com)

<sup>2</sup> M.C. Rafael Raya Villalpando es Profesor del Departamento de Ingeniería Metal-Mecánica en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, en Michoacán. [rayavi7@hotmail.com](mailto:rayavi7@hotmail.com)

<sup>3</sup> Alma Yunuen Raya Tapia es Estudiante de Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, en Michoacán. [yunuenraya@hotmail.com](mailto:yunuenraya@hotmail.com)

<sup>4</sup> María Annel Cornejo Solorio es Estudiante de Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, en Michoacán. [ann.cornejo@hotmail.com](mailto:ann.cornejo@hotmail.com)

<sup>5</sup> Abigail López Basave es Estudiante de Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, en Michoacán. [Abigailbasave@hotmail.com](mailto:Abigailbasave@hotmail.com)

tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) es un cultivo hortícola de importancia económica en México y representa una alternativa para la agricultura. En el año 2008 se sembraron 47,097 hectárea, con rendimiento promedio de 13.14 t·ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2008). El incremento de la superficie cultivada (71 % entre 1982 y 2008) y la alta demanda de mano de obra (88 jornales por hectárea) han ubicado a esta especie entre las principales cuatro hortalizas del país.

México ocupa la novena posición como productor de tomate y la tercera como exportador; por otra parte, es importante mencionar que el tomatillo ocupa el quinto lugar en superficie sembrada a nivel nacional, con una producción de 700 mil toneladas anuales a lo largo de todo el territorio, donde el 80 por ciento se obtiene en condiciones de riego y el resto de temporal.

El objetivo del presente estudio es valorar el aprovechamiento de los desechos de las cascara de tomate verde, así como determinar la cantidad de pectinas presentes por medio de la extracción por hidrólisis en medio ácido.

#### *Antecedentes o marco histórico*

Existen varios métodos ya patentados para la obtención de pectinas la variación entre ellos es la calidad que tiene el producto final ya que del método de obtención dependen las propiedades de estas y sus posibles aplicaciones.

Ehrlich propuso en 1995 y patentó en 1997 un método en donde la pectina puede hidrolizarse a elevadas temperaturas entre 85°C y 90°C por más de una hora pero menos de 5 horas y extraerse del tejido vegetal, tal como la cáscara de naranja, sin adicionar un ácido, de esta forma se logra solubilizar pectinas con alto contenido de metoxilos para luego recuperarlas por concentración y secado (Ehrlich, 1997).

En otro método ya patentado en el 2000 por Fishman se encuentra que pueden obtenerse pectinas de buena calidad a partir de material vegetal en medio ácido acuoso con un pH de 1-3 aplicándole presión (17psi - 30psi) y con calentamiento por microondas (80°C-125°C) a una frecuencia y por un tiempo suficiente(2-8min) para que la extracción ocurra, posteriormente se enfría y separa la pectina del residuo con alcohol para precipitar cualquier pectina restante y disolver los materiales solubles en este. Se caracterizan por un alto peso molecular y una buena viscosidad, cuando se comparan con las pectinas obtenidas con técnicas convencionales de calentamiento. (Fishman, 2000).

El proceso presentado por Devia Pineda para obtención de pectina cítrica a partir de la cáscara de naranja valencia consiste en la extracción por hidrólisis en medio ácido ya sea ácido sulfúrico, nítrico o clorhídrico por un tiempo de 30-40min hasta alcanzar el punto de ebullición para después precipitar con alcohol etílico comercial, obteniendo un producto comparable con los existentes en el mercado internacional. (Devia, 2003)

La mayoría de las pectinas se obtienen de cáscaras de cítricos o de bagazo de manzana, en los últimos años se han estado realizando diferentes investigaciones para encontrar otras fuentes de materia prima para la extracción de estas.

En 1995 en la Universidad Nacional (Bogotá – Colombia), se obtuvo y caracterizó pectina a partir de mango. En esta investigación se aprovecharon los desechos industriales del procedimiento del mango común (*Manguifera indica*) se extrajo pectina a escala piloto a diferentes valores de pH (3,2; 3,4; 3,6) y tiempos de hidrólisis (45, 60 y 75 min). Luego se determinó su calidad por determinaciones de cenizas, acidez libre, peso equivalente, grado de esterificación, viscosidad y comportamiento geológico, contenido AUA, calcio, magnesio, hierro y grado de gelificación. Las mejores condiciones de acuerdo a la calidad fueron pH de 3,2 y 75 minutos de hidrólisis, con un rendimiento de 23 a 24%. (Ferreira, 2007)

#### *Hipótesis o supuestos*

Por el método de extracción hidrólisis acida se puede extraer pectina de la cascara de tomatillo variando el pH y Tiempo de calentamiento se pretende encontrar las condiciones para un mayor rendimiento.

#### *Objetivo general*

Extracción de Pectina a partir de la cascara de tomatillo.

#### *Objetivos específicos*

- Indagar y analizar métodos para determinar las condiciones más favorables y eficientes para el proceso.
- Extracción de la pectina a partir de la materia prima.
- Observar la influencia del tiempo de calentamiento y pH en la extracción de pectina.
- Calcular el rendimiento de la pectina obtenida de la materia prima.

### **Marco referencial**

#### *Extracción industrial de pectina en México*

La obtención industrial de las pectinas se hace a partir de cáscara de los cítricos mencionados (en México, la del limón) o del bagazo de manzana. Después de extraerle el jugo y el aceite esencial, las cortezas residuales de limón y

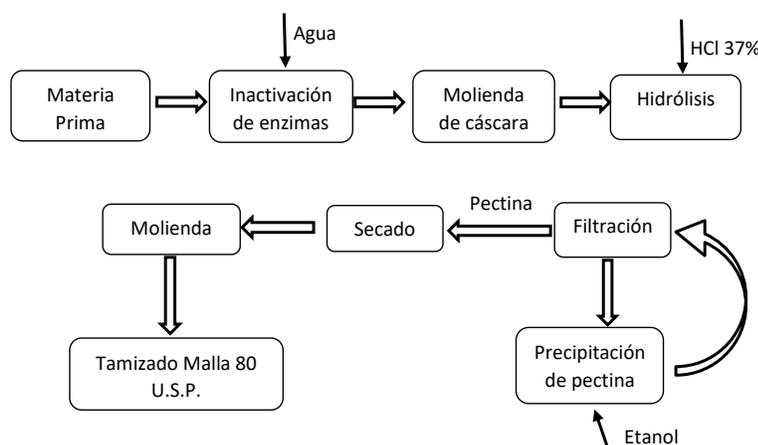
naranja contienen de 25 a 40% de pectinas en base seca; se calientan a 95°C para inactivar las enzimas pectinolíticas y evitar futuras degradaciones; se lavan varias veces para eliminar sustancias solubles como azúcares, ácidos, etc., y se deshidratan; luego se precipitan mediante el empleo de etanol o de isopropanol, y finalmente se lavan y se secan. Una variante de su recuperación consiste en la adición de sulfato de aluminio y amonio, pero este sistema requiere un tratamiento extra con etanol acidificado con ácido clorhídrico para extraer los residuos de aluminio. (Badui D., 2006)

*Extracción de pectina por métodos fisicoquímicos*

Se han empleado dos métodos para extraer la protopectina de las plantas, uno es usando un agente quelante para remover los cationes que constituyen a los ácidos pécticos, y el otro mediante el uso de ácidos para romper los puentes de hidrógeno entre la celulosa y los ácidos pécticos. El rendimiento de pectina depende de las condiciones de operación como la temperatura, el tiempo de extracción, el pH, los tipos de solventes de extracción usados y el uso de agentes quelantes adicionados, como es el caso del ácido etilendiamino tetraacético (EDTA) y del ácido ciclo hexanodiamino tetraacético (CDTA) para ayudar a liberar pectina de la pared celular. (Facultad de Ingeniería Química, 2003)

**Metodología**

*Procedimiento general*



*Ilustración 1. Procedimiento general*

El procedimiento general para la obtención de pectina a escala laboratorio de diferentes materias primas no cambia, en su esencia es el mismo para todas, los procesos principales son la inactivación de enzimas pépticas en las cáscaras, hidrólisis ácida y precipitación de la pectina. En el Ilustración 1 se muestra el proceso general para la obtención de pectina.

*Recolección y selección*

Comprende la selección y recolección de la materia prima en este caso la cáscara de tomatillo (*physalis ixocarpa*). Eligiéndose la variedad de *physalis ixocarpa* ya que, en las industrias alimenticias, la cáscara se utiliza como desecho y que de este tomatillo se tienen grandes áreas de siembra lo que la convierte en fuente potencial de materia, con lo que queremos comprobar si es una fuente potencial de materia prima para la obtención de pectina.

Las muestras se planean ser recolectadas y donadas por los establecimientos de comida donde se utiliza este tomatillo y en los mercados donde es fácil encontrar este desecho orgánico (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004).

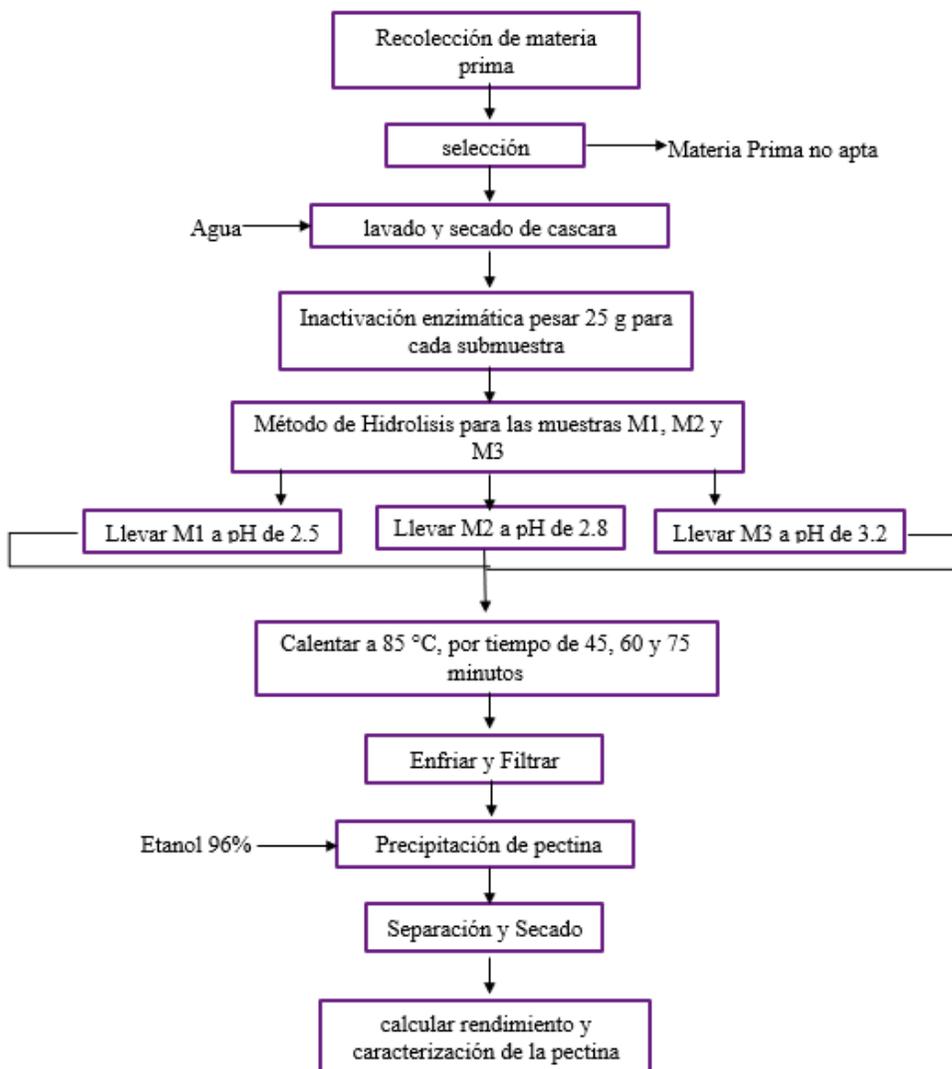
*Limpieza y secado de la materia prima*

Seleccionar las cáscaras en mejor estado, para facilitar el proceso de extracción y por ende mejorar la calidad de la pectina a separar, los materiales se sometieron a un proceso de lavado por inmersión en agua a temperatura ambiente. Esto permitió separar elementos extraños como pequeños tallos, hojas, insectos entre otros en bandejas (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004).

*Inactivación de enzimas pépticas*

Se mantiene la materia prima en agua, con concentraciones cercanas a 25 gramos por 300 mL de agua y calentando hasta ebullición, se decanta el agua y la materia prima queda lista para la hidrólisis. Este proceso contribuye a eliminar suciedades o microorganismos presentes en la cáscara y de inactivar las enzimas pectinesterasas que hidrolizan los

grupos de ésteres metílicos, formando metanol y pectinas de menor metoxilo; inactivando también la poligalacturonasa que rompe los enlaces glucosídicos entre moléculas galacturónicas, despolimerizando la cadena a fracciones más cortas y, finalmente, llegando al ácido galacturónico (Carbonell, Costell y Durán, 1990:1-9).



*Método de extracción*

*Ilustración 2. Diagrama de proceso para la obtención de pectina a nivel laboratorio*

Se seleccionó el método de precipitación con alcohol etílico, por su buen rendimiento y por la facilidad de recuperar el alcohol por destilación luego del proceso de extracción. Además, este método no presenta el inconveniente de precipitar otras materias no pépticas, lo que facilita la purificación del producto. (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004).

*Obtención de la pectina por el método de Hidrólisis*

Para realizar la hidrólisis en las muestras se identifican como: M1, M2 y M3 de cáscara previamente pulverizada de la variedad *physalis ixocarpa* donde: M1, está compuesta por tres sub-muestras A, B y C de 25.0 g cada una. Cada sub-muestra se trata por triplicado, el pH y la temperatura se mantendrán constantes durante todo el proceso; por ejemplo, las tres sub-muestras de M1 se llevan a un pH de 2.5, utilizando para ello ácido clorhídrico 2.0 N a una temperatura de 85°C. Así tenemos que: Para (M1. A) se le dan 45 minutos de calentamiento, a (M1. B) 60 minutos y 75 minutos a (M1.C) agitando continuamente.

La M2, compuesta por tres sub-muestras A, B y C se tratan de igual forma que M1, con la diferencia de que se ajustan las muestras a un pH de 2.8.

La M3, compuesta por tres sub-muestras A, B y C. Se Ajustan las muestras a pH 3.2. (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004)

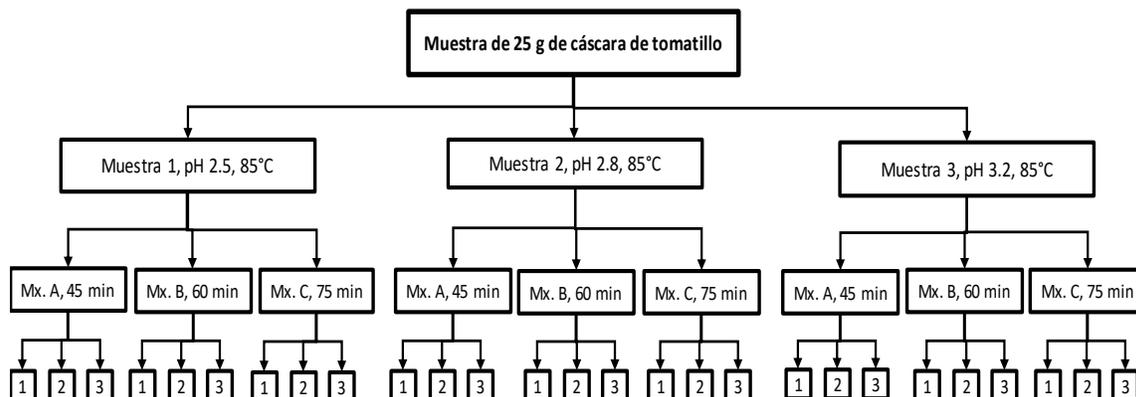


Ilustración 3. Matriz de experimentos

*Separación del líquido sobrenadante* (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004)

- a. Filtrar a través de una tela de lino el líquido sobrenadante y exprimir manualmente.
- b. Colectar el filtrado en un vaso de precipitado de 500 mL
- c. Enfriar hasta llegar a temperatura ambiente, se debe hacer rápidamente para minimizar la degradación por el calor.

*Precipitación de la pectina.* (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004).

- a. Incorporar 60 % v/v de etanol comercial 96%, agitar vigorosamente.
- b. Dejar reposar por 2 horas.

*Separación de grumos y cálculo de rendimiento* (Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, 2004).

- a. Filtrar el gel obtenido.
- b. Lavar con 30 mL de etanol 96% previamente enfriado a 15°C.
- c. Secar en la mufla a 40°C, hasta peso constante.
- d. Pesar y calcular el rendimiento.

*Determinaciones a las propiedades de la pectina*

Cálculo del Rendimiento:

Los rendimientos reportados se calcularán en base seca. Se realizaron 5 ensayos de deshidratación de la cáscara de tomate con el fin de determinar el peso seco en 25.0 g iniciales de material sólido.

De acuerdo con los resultados que se obtendrán se establecerá un contenido de humedad para la cáscara del tomate. Con base en esto se calcula el contenido de material sólido en 25.0 gramos de materia prima, así:

$$25.0 \text{ g} * (1 - X \text{ Contenido de humedad}) = X \text{ gr} \quad (\text{Ecuación 1})$$

El rendimiento de todos los ensayos se calculó de la relación:

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{gr pectina obtenidos}}{\text{gr material seco}} * 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

### Comentarios Finales

*Resumen de resultados*

En las condiciones de temperatura constante de 85°C, pH de 2.5, 2.8 y 3.2 con tiempos de calentamiento de 45, 60 y 75 minutos en total se han obtenido 27 experimentos en los cuales se obtuvo pectina y se observó una coloración oscura debido a que trabajamos con temperatura elevada y según la literatura esto se relaciona con que a mayor temperatura es mayor la degradación térmica y además por las condiciones de secado. (Alvarez R., 2007)

Es notable resaltar que las condiciones de pH y temperatura de extracción afectan a la coloración de la pectina. A mayor pH y mayor temperatura se obtienen pectinas más oscuras siendo la temperatura el más significativo de ellos.

En el experimento se observó que a menor pH y mayor tiempo de calentamiento se produce un incremento del rendimiento de pectina extraída.

El rendimiento de la pectina varía de 1.1% y 3.4%; el máximo porcentaje de pectina extraída corresponde a condiciones de pH 2.5 y 75 minutos de calentamiento a una temperatura de 85°C y el mínimo corresponde a condiciones de pH 3.2 y 45 minutos de calentamiento a una temperatura de 85°C.

### Conclusiones

El experimento dio como resultado la extracción de pectina de la cascara de tomatillo (*physalis ixocarpa*) con la metodología mencionada a las condiciones de pH, temperatura y tiempo de calentamiento trabajadas sin embargo es necesario evaluar las propiedades de estas realizando diferentes pruebas como son: Contenido de humedad, Contenido de cenizas, Alcalinidad de las cenizas, Cenizas insolubles en ácido clorhídrico, Peso equivalente, Acidez libre, Contenido de Metoxilo, Grado de Esterificación, Grado de Gelificación y Análisis de espectro infrarrojo.

Con dichas pruebas se puede determinar si la pectina extraída es de bajo o alto metoxilo, así como su pureza y calidad para ser usada en la industria de alimentos o farmacéutica.

Se logró tener una idea clara de la naturaleza y comportamiento de la pectina presente en la cáscara de tomatillo proveniente de mercados de abastos y establecimientos de comida y con esta información y ensayos hechos a nivel de laboratorio, se podrá realizar nuevas investigaciones implementando otro método de extracción o variando ciertas condiciones del método presentado para mejorar el rendimiento en la extracción de pectina a partir de la cáscara de tomatillo.

Esta investigación contribuye a darle un valor agregado a un residuo agroindustrial como la cáscara de tomatillo.

### Recomendaciones

A partir de cáscaras de tomatillo se pueden obtener pectinas que podrían ser de interés para uso industrial, sin embargo, es necesario optimizar los parámetros de extracción para aumentar el rendimiento. El método empleado, así como los niveles de pH y tiempos de extracción utilizados influyeron significativamente en el rendimiento en la extracción de pectina.

### Referencias

Alvarez R., E. M. (2007). "Desarrollo de un proceso a escala laboratorio para la obtención de pectina y taninos a partir de la algarroba (*Hymenaea Courbaril-L*) para ser utilizado en la industria alimenticia y la del cuero, respectivamente". Medellín: Universidad EAFIT.

Badui D., S. (2006). *Química de los Alimentos*. México: Pearson.

Facultad de Ingeniería Química. (2003). Web del profesor Ronald Marquéz. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/wp-content/uploads/ProyectoPectiprods.pdf>

Ferreira, S. (2007). *Pectinas, aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial*. Colombia: Universidad nacional de Colombia, Facultad de ciencias.

Fredes Monsalves, C., Loyola López, N., & Muñoz Cruz, J. C. (2009). Extracción de Pectinas de *vitis labrusca* cv. Concord para producir jaleas. *Idesia Chile*, 9-13.

Karol Aminta Rodríguez Rodríguez, A. M. (2004). "Extracción y evaluación de pectina a partir de la cáscara de naranja de las variedades *citrus sinensis* y *citrus paradisi* y propuesta de diseño de planta piloto para su producción". San Salvador, El Salvador, Centro América.

Vasquez, R., Ruesga, L., Dáddosio, R., Paéz, G., & Marín, M. (2008). pectin extraction from plantain (*Musa AAB*, sub-group plantain) peel Harron clone. *Fac. Agron*, 318-333.

Villaseñor, N. (5 de octubre de 2015). CONACYT. Obtenido de Agencia Informativa: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/quimica/3084-evaluacion-del-tomatillo-o-tomate-verde-para-obtener-pectinas>

### Notas Bibliográficas

La **M.C. Rosina Pérez Sánchez**, recibió el grado de Químico Farmacobiólogo en la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo en 1993. Obtuvo el grado de Maestro en Enseñanza de las Ciencias en la disciplina de Química por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica de Querétaro en 2005. Labora como docente de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.

El **M.C. Rafael Raya Villalpando**, recibió el grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo en 1992. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica de Querétaro en 2008. Labora como docente de medio tiempo en el Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.

La **C. Alma Yunuen Raya Tapia**, es alumna de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.

La **C. María Annel Cornejo Solorio**, es alumna de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.

La **C. Abigail López Basave**, es alumna de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.

# La extensión de marca como estrategia de expansión empresarial

Dra. Mónica Pérez Sánchez<sup>1</sup>,  
Dr. Javier Casanoves Boix<sup>2</sup>

## Resumen

La aparición de la extensión de marca y su constante aparición en diversos sectores y segmentos, da lugar a una serie de cuestionamientos respecto a sus alcances, y sobre todo, a las consecuencias significativas para la empresa. Normalmente, las organizaciones que aplican esta estrategia esperarían resultados positivos a partir de su implementación, sin embargo, no siempre es así. A través de la percepción de los consumidores es posible detectar las ventajas y desventajas del uso de la extensión de marca. Este trabajo tiene como objetivo mostrar los diversos tipos de extensión de marca que actualmente son utilizados por las empresas y sus efectos a partir de la opinión del consumidor. La revisión procura la observación del concepto desde el origen del tema, exponer sus principales exponentes, las metodologías utilizadas, es decir, toda la información concerniente al estudio del concepto que permita el mejor entendimiento de la aplicación del concepto.

**Palabras clave:** marca, extensión de marca, estrategia

## Introducción

Desde hace un par de décadas, este fenómeno generó un importante impacto económico y fortaleció la actividad como estrategia para introducción de nuevos productos al mercado (Nielsen, 1985). Las extensiones de marca es uno de los temas más investigados en la literatura del marketing (Czellar, 2003). Las vertientes de su estudio son variadas, desde contextos distintos, hasta el enfoque especial en algunas de las partes que intervienen, por lo que su continuo estudio permitirá verificar si la implementación de las extensiones de marca es la mejor alternativa para las empresas que buscan crecer.

Por medio de una marca que ya es conocida, tiene posicionamiento, se distingue de sus competidores, es diferenciada y que goza de consolidación por el tiempo transcurrido en el mercado se amplió la oferta en el mercado, por medio de la aparición de la extensiones de marca. Las empresas, al ampliar su portafolio de negocios, extendieron sus marcas existentes, luego, estos productos extendidos debían colocarse en el mercado lo más pronto posible para así obtener todos los beneficios que son esperados para los productos extensión de marca, como lo son: la minimización de los costos de la implantación del nuevo producto y de los costos de marketing. La extensión de marca surge como estrategia.

La marca inicial, de la cual se desprendió la extensión de marca, ha nombrada de formas variadas, conforme pasa el tiempo son más, tanto a nivel académico como a nivel profesional. Algunos ejemplos son: Marca madre (e.g., Heath *et al.*, 2011; Dall'Olmo *et al.*, 2015; corazón de marca (e.g., Grime, Diamantopoulos y Smith (2002); Dall'Olmo *et al.*, (2015); producto original (e.g., Oakley, Duhachek, Balachander y Sriram (2008).

Los nombres coinciden en que la marca de inicio que ya existe en el mercado, abarca todas sus características o atributos, sus asociaciones, su concepto y su imagen, la suma de estos componentes permite su representatividad en el mercado y su diferenciación frente a sus competidores.

La diferencia entre los nombres otorgados, manifiesta el alcance del concepto. El core brand o corazón de la marca abarca también los atributos que representan no sólo a una sola marca inicial, sino también la imagen, atributos y asociaciones de varias marcas, las cuales comparten esas características esenciales de la marca inicial, lo que en la practica algunos profesionales denominan como el ADN de la marca, su sello particular, único y diferenciador. Este corazón de la marca, tiene un alcance muy similar a marca familiar o Family brand, que igualmente uniforma sus

<sup>1</sup> Universidad de Guanajuato

<sup>2</sup> Universidad Internacional de Valencia

productos: mismas asociaciones, atributos y características esenciales para que la marca y sus productos se distingan del resto en el mercado.

La estrategia, más puntualmente, la estrategia de marketing, es denominada extensión de marca, también fue reconocida, aunque con menos acepciones, con diversos nombres en la literatura. Milberg, Park y McCarthy (1997) la llamaron sub-estrategia de marca (*sub-branding strategy*); Speed (1998) las denominó segundas marcas; reconocidas como marcas paraguas (*brand's umbrella*) por diversos autores (e.g., Erdem, 1998, Erdem y Sun, 1992; Michel y Salha, 2005).

Sin embargo, es necesario realizar un análisis más profundo de la estrategia, para luego entender las diferentes formas en la que puede presentarse en el mercado, sus efectos y alcances. Sólo con el fin práctico de facilitar la lectura de este trabajo de investigación a la marca inicial, de la cual parten las extensiones de marca, la llamaremos marca madre de ahora en adelante. Y a la marca asignada al producto extendido le llamaremos extensión de marca, hasta que se indique algo diferente. Una vez aclarado este detalle, procederemos a establecer las formas en las que se ha conceptualizado la extensión de la marca.

### **Conceptualización de la extensión de marca**

Es necesario diferenciar entre los diferentes conceptos de la extensión, pues las definiciones plasmadas en la literatura y la terminología son inconsistentes (Ambler y Styles, 1997; Grime et al., 2002), aún ahora.

Farquhar (1989) reconoce dos tipos de extensión, al igual que Aaker y Keller (1990). La definición de la extensión de marca entre ambos autores es similar, sin embargo, la línea de extensión tiene una ligera diferencia teórica, y es que la línea de extensión señalada por Farquhar (1989) dice que se aplica un nombre de una marca ya existente en una categoría, una de varias de las que ya existen en la empresa, mientras que la línea de extensión señalada por Aaker y Keller (1990) aplica un nombre ya existente a un producto para dirigirse a un nuevo segmento de mercado, aún cuando se entre en una misma categoría de producto. Aaker y Keller (1990) se refieren a "Extensión" como un término general para describir las dos estrategias: la extensión de marca y la línea de extensión.

La importancia de las extensiones de marca radica no sólo en la implementación de la estrategia sino también en sus efectos inmediatos y colaterales, mismos podrían a su vez generar efectos positivos o negativos a las marcas ya existentes.

Los efectos de las extensiones de marca se basan en las reacciones que los consumidores tienen ante las apariciones de las extensiones de marca o desde el momento en que saben de su existencia, los consumidores generan un proceso de categorización por medio del cual juzgan el nuevo producto (Park et al., 1991). Así, todas las marcas extendidas pasaran por procesos de categorización por parte de los consumidores para luego comparar los productos. Juzgan la compatibilidad o pertinencia de sus miembros en una categoría, esta compatibilidad es reconocida en la literatura como ajuste percibido (*perceived "fit"*) misma que ya que contiene un producto o grupo de productos de una marca identificada (Park et al., 1991).

### **Estudios sobre la extensión de marca**

Czellar (2003) en su momento señaló que eran ya 15 años de evidencia generada en trabajos de varios investigadores, en los que se generaron estudios empíricos desde la perspectiva de la actitud, la observación de la evaluación de los consumidores acerca de las extensiones de marca y el posible impacto de los diferentes tipos de extensión sobre el corazón de la marca o la marca madre (Aaker y Keller 1990; Grime et al., 2002). Las aportaciones a la literatura relacionada a las extensiones de marca sigue aumentando en contribución al estudio del marketing.

Se deben señalar los aspectos positivos y negativos generados a partir de la aplicación de la estrategia. Además, los consumidores potenciales pueden también reaccionar ante la aparición de productos extendidos, se sugiere entonces, conocer los posibles efectos, beneficios y riesgos, causados por las extensiones de marca.

### **Efectos generados por la extensión de la marca**

A partir de que la marca está bien posicionada, es consolidada y posee una fuerte notoriedad se puede presumir el éxito de implementación de la extensión de marca (Lambin, 1995). Las evaluaciones de las extensiones de marca tienen sus reacciones más favorables cuando las extensiones de marca están formadas por una alta consistencia del

concepto de marca y una similaridad en su alto desempeño (Bridges's, 1990; Park et al., 1991). Ofrece oportunidades sustanciosas para las organizaciones que desean crecer (Keller, 2008).

Los efectos negativos primordialmente son causados y acentados cuando los consumidores perciben discrepancia entre la marca madre y la extensión (Kim et al., 2001). Ejemplo: Si la extensión de marca es muy cercana al producto original, poco diferenciada, por el contrario es muy similar a la marca madre, los consumidores podrían comprar el producto extendido, a expensas de los otros productos de la empresa debido a los precios altos (Michel y Salha, 2005). Si la calidad de la extensión de marca es menor al de la marca madre, existen asimetrías recurrentes y daños a la marca (Heath et al., 2011)

La cantidad y variedad de riesgos que pueden presentarse al extender una marca es muy amplia, y en algunos casos podría ser irreversible. Con el fin de mantener la objetividad de este trabajo de investigación fueron presentados tanto los beneficios como los perjuicios posibles a partir de la implantación de una extensión de marca.

Ahora debemos indagar sobre el origen de estos posibles resultados. La marca madre tiene atributos y características inherentes, que en conjunto son reconocidas como asociaciones de marca, estas asociaciones de marca podrán ser o no transferidas a las extensión de la marca y de ello podría depender el éxito o fracaso de la estrategia.

### Conclusiones

Entonces, si la marca está bien posicionada se esperaría que la extensión de la marca, por ende, fuese aceptada y tuviera éxito en sus ventas, sin afectar negativamente la marca madre, en apoyo a los argumentos de Lambin (1995), pero como ya se ha analizado en este apartado, los efectos causados por la extensión de las marcas puede ser positivo o negativo.

La popularidad de las extensiones de marca y su alta incidencia en el mercado han permitido su reconocimiento, es ahora importante la observación de su utilización como estrategia de marketing para la introducción de nuevos productos. Debemos por tanto analizar si la implementación de la extensión de marca, es la mejor alternativa de crecimiento y expansión para las compañías que tienen el crecimiento como objetivo.

### Líneas futuras de investigación

La investigación de las extensiones de marca han revelado muchos factores de gestión que guían la evaluación de la extensión de la marca, tales como la estrategia de precio. Estas estrategias de precio definitivamente permitirán observar el movimiento de la extensión y sus alcances. Además, el análisis aplicado sobre la evaluación que realizan los consumidores es necesario para lograr avances en el tema.

### Referencias bibliográficas

- Aaker, D., & Keller, K.L. (1990). Consumer evaluations to Brand Extensions. *Journal of marketing*, Vol. 54, pp. 27-41.
- Ambler, T., & Styles, C. (1997). Brand development versus new product development: toward a process model of extension decisions. *Journal of Product and Brand Management*, 6(4), 222-234.
- Czellar, S. (2003). Consumer attitude toward brand extensions: an integrative model and research propositions. *International Journal of Research in Marketing*, 20(1), 97-115.
- Dall'Olmo Riley, F., Pina, J. M., & Bravo, R. (2015). The role of perceived value in vertical brand extensions of luxury and premium brands. *Journal of Marketing Management*, 31(7-8), 881-913.
- Farquhar, P. H. (1989). Managing brand equity. *Marketing research*, 1(3), 24-33.
- Grime, I., Diamantopoulos, A., & Smith, G. (2002). Consumer evaluations of extensions and their effects on the core brand: Key issues and research propositions. *European journal of marketing*, 36(11/12), 1415-1438.
- Heath, T. B., DelVecchio, D., & McCarthy, M. S. (2011). The asymmetric effects of extending brands to lower and higher quality. *Journal of Marketing*, 75(4), 3-20.
- Keller, K.L. (2008). *Strategic Brand Management. Building, Measuring, and Managing Brand Equity*. 3rd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Lambin, J-J. (1995). *Marketing Estratégico*. 3rd ed., Madrid: McGraw-Hill. InterAmericana de España.
- Michel, G., & Salha, B. (2005). L'extension de gamme verticale: clarification du concept. *Recherche et Applications en Marketing (French Edition)*, 20(1), 65-78.
- Milberg, S. J., Park, C. W., & McCarthy, M. S. (1997). Managing negative feedback effects associated with brand extensions: The impact of alternative branding strategies. *Journal of Consumer Psychology*, 6(2), 119-140.
- Nielsen, A. C. (1985). *Testing Techniques*, Vol. 1, No. 1.

# MECANISMO ROBÓTICO BASADO EN EL MODELO DE THEO JANSEN, CONTROLADO MEDIANTE UN SISTEMA DE CONTROL DIGITAL

Ing. Yazmin R. Pérez Téllez<sup>1</sup>, Ing. Armando Herrera Martínez<sup>2</sup> y  
Ing. Pablo Velázquez Torres<sup>3</sup>.

**Resumen**— La naturaleza ha sido desde siempre una permanente fuente de inspiración para el ser humano. Científicos, investigadores y artistas han basado sus creaciones en ella. Estudiar a la naturaleza como fuente de inspiración de nuevas tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, a través de modelos de sistemas (mecánica), procesos (química), o elementos que imitan o se inspiran en ella. Tal es el caso de Theo Jansen quien a principios de los 80's comenzó a crear programas de simulación algorítmica de vida artificial; su interés por desarrollar organismos vivos y autónomos a través de software le lleva a iniciar una serie de esculturas cinéticas llamadas “Strandbeest”. Inspirados en estos modelos, el presente proyecto tiene como finalidad diseñar un mecanismo robótico que reproduzca el movimiento de las extremidades de un animal cuadrúpedo capaz de desplazarse sobre un plano con leves pendientes e irregularidades, manipulado mediante un sistema de control digital.

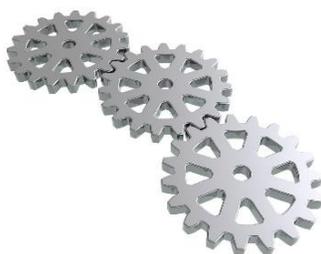
**Palabras clave**— Sistema de Control Digital, Robótica, Mecanismo, Theo Jansen, Biomímesis.

## Introducción

La locomoción hace referencia al movimiento que realiza una persona, animal, microorganismo, aparato o máquina para trasladarse de un lugar a otro en el espacio; proviene del fenómeno físico conocido como movimiento. A razón de esto la locomoción varía en términos correspondientes a la morfología, estructura y velocidad del sujeto al que se deseé referenciar. Sin embargo, este fenómeno no puede ser concebido sin algún método de propulsión tal como motores o energía.

El propósito de este proyecto es diseñar un mecanismo (conjunto de piezas ajustadas entre sí para lograr un proceso por medio de una energía mecánica) capaz de simular el movimiento de un animal siguiendo los principios de la biomímesis y basándonos en los modelos establecidos por el artista holandés Theo Jansen. Para proporcionar control al mecanismo se utilizará un sistema de control digital coordinado por un microcontrolador, el cual será el encargado de ejecutar un algoritmo previamente cargado.

Aunado al sistema de control, se utilizará una etapa de potencia, en este caso en particular, un sistema de motores, el cual proporcionará la energía mecánica necesaria para darle movimiento al mecanismo.



**Figura 1.** Representación de un mecanismo

<sup>1</sup> La Ing. Yazmin R. Pérez Téllez es Profesora de la Academia de Sistemas Digitales en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.3 del Instituto Politécnico Nacional, México [yperez@ipn.mx](mailto:yperez@ipn.mx).

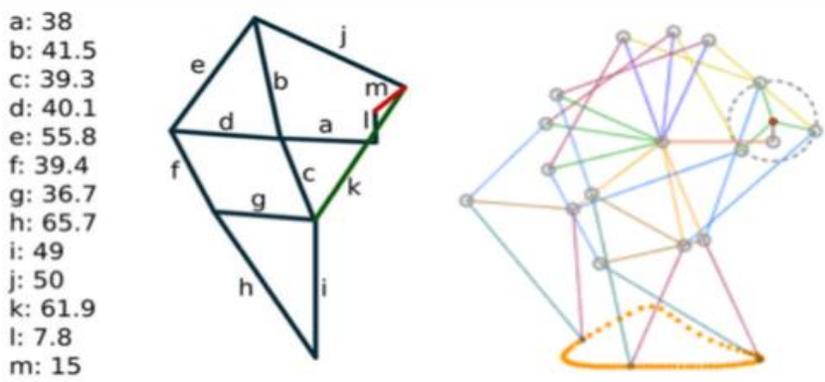
<sup>2</sup> El Ing. Armando Herrera Martínez es Profesor de la Academia de Sistemas Digitales en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.3 del Instituto Politécnico Nacional, México [aherrerama@ipn.mx](mailto:aherrerama@ipn.mx).

<sup>3</sup> El Ing. Pablo Velázquez Torres es Profesor de la Academia de Sistemas Digitales en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.3 del Instituto Politécnico Nacional, México [pvelaztorres@gmail.com](mailto:pvelaztorres@gmail.com).

### Descripción del método

#### Theo Jansen

Nació en Scheveningen, Holanda en 1948, comenzó sus estudios de Física en la Universidad de Tecnología de Delft. Tras abandonar la universidad, empezó su carrera artística en los años 70 como pintor y posteriormente, se interesó en áreas como la aeronáutica y a robótica. En la década de los 80, el artista comenzó a crear programas de simulación algorítmica de vida artificial. Su interés por diseñar organismos vivos y autónomos a través de software le lleva a iniciar su serie de esculturas cinéticas “*Strandbeest*”; todas las creaciones del autor comparten un secreto matemático; los trece “*números sagrados*”; el artista usó un programa informático que generaba, seleccionaba y mejoraba cientos de piernas diferentes. El proceso se repitió sin descanso durante meses hasta que obtuvo las medidas ideales para las patas.



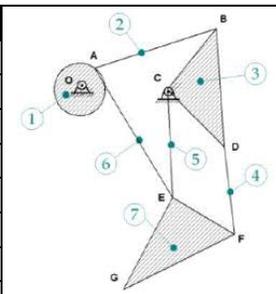
**Figura 2.** Mecanismo Theo Jansen (*Strandbeest*, 2016).

Estos mecanismos o criaturas evolucionan utilizando un algoritmo evolutivo, donde el criterio principal para la evolución de éstos es el rendimiento de los elementos a la tarea encomendada, y utilizando los errores y las mejoras para optimizar la siguiente evolución, por este parecido con la evolución de las especies, es por lo que a Theo Jansen le gusta decir que ha creado vida artificial; y definir su trabajo como la fusión entre arte e ingeniería.

#### Descripción del mecanismo.

El mecanismo está formado por 7 sólidos (más la bancada), 5 sólidos son barras binarias y 2 sólidos son barras ternarias. La bancada también es una barra binaria.

Sólido	# de Nudos	Nudos
Bancada	2	O – C
1	2	O – A
2	2	A – B
3	3	B – C – D
4	2	D – F
5	2	C – E
6	2	A – E
7	3 (2 en maqueta)	E – F (– G)



**Tabla 1.** Descripción del Mecanismo de Theo Jansen.

Las medidas que definió Theo Jansen han sido de tal manera que se busca una minimización de las fuerzas inerciales que aparecen cuando una de las patas permanece en el aire lo que puede provocar la desestabilización del mecanismo. Por ello, si cambiamos las dimensiones corremos el riesgo de provocar dicha desestabilización.

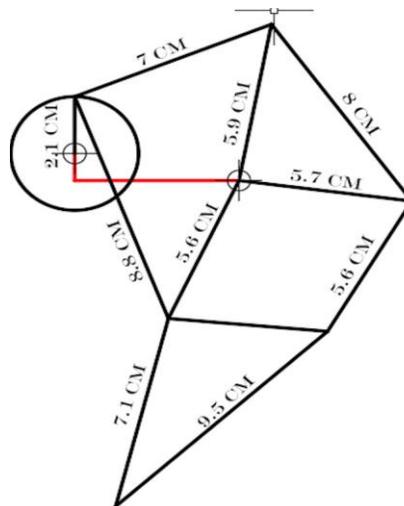
Algunas características del mecanismo son:

- Cada zancada es una vuelta del motor por tanto a mayor velocidad de giro mayor rapidez del paso.

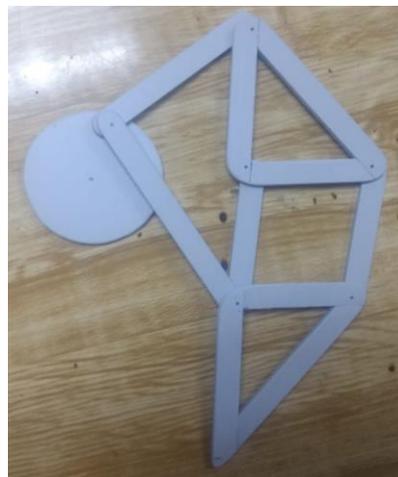
- La longitud de la zancada coincide con el diámetro del círculo que giran las bielas, a mayor círculo mayor longitud de una zancada y por tanto más veloz es el aparato para las mismas revoluciones del motor.
- Igualmente lo que se alza el pie depende de la longitud de diámetro de este círculo, a menor círculo meno levanta los pies la pata al andar.
- Los dos triángulos de los extremos son indeformables por tanto se pueden substituir por una pieza sólida de cualquier forma.
- El paralelogramo del centro sufre deformaciones y tiene que cumplirse que la diagonal mayor del paralelogramo aplastado sea mayor que el radio del círculo que recorren las bielas, pues si no chocan los vértices opuestos con el movimiento de las bielas.

A partir de esto se realizó el esquema de la estructura eligiendo el modelo de Theo Jansen para su adaptación a un sistema de control desarrollado en base a la cinemática que el modelo representa. Agregando un par de motorreductores para movilizarlo y un sensor para evitar que éste colisione con algún otro objeto en su camino.

Una vez analizado el mecanismo propuesto, se establecen las medidas a utilizar, ya que se deben ajustar a las dimensiones del prototipo.



**Figura 3.** Ajuste de medidas propuestas para el sistema.



**Figura 4.** Modelo físico propuesto.

#### **Sistema de control.**

Un sistema es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo.

- Variable de entrada: Es una variable del sistema tal que una modificación de su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema.
- Variable de salida: Es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide.
- Perturbación: Es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema.



Figura 5. Conformación de un sistema

El sistema de control se define como un conjunto de elementos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el funcionamiento de otro sistema, este automatiza (cancela las variables posibles del factor humano) con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados o productos deseados.

La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida.

Generalmente la mayoría de los sistemas de control están relacionados a procesos que siguen una secuencia y son repetitivos, esto nos permite utilizar memorias como un medio de solución. El sistema de control propuesto está basado en el funcionamiento y características de un microcontrolador PIC.

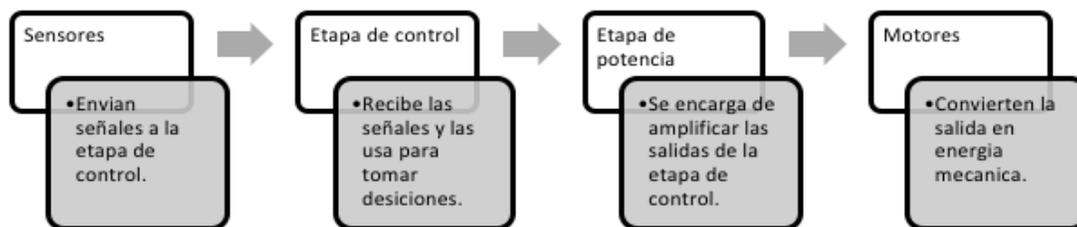


Figura 6. Diagrama a bloques del sistema de control propuesto.

### Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado, el cual puede ser programado, lo cual significa que contiene todos los elementos necesarios para controlar el funcionamiento de una determinada función. Este dispone de una memoria de programa interna donde se almacena el programa encargado del control y que consiste en una serie de datos hexadecimales, los cuales se guardan en el mapa de memoria.

### ARQUITECTURA HARVARD

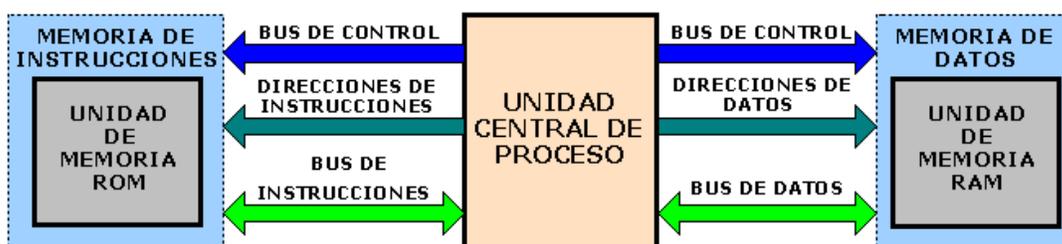


Figura 7. Esquema de la arquitectura de un microcontrolador.

Existen diferentes tipos de microcontroladores, los cuales cuentan con características que los diferencian:

- Microcontroladores Microchip PIC
- Microcontroladores Atmel AVR

Los microcontroladores de la marca Microchip cuentan con un alto desempeño, además de un precio accesible y una gran variedad de herramientas para el desarrollo de programas que permitan ejecutar tareas específicas.

El microcontrolador se comunica con el mundo exterior a través de los puertos. Estos están constituidos por líneas digitales de entrada/salida para así recibir datos o enviarlos, estos puertos trabajan digitalmente con entradas y salidas de 0V a 5V, y se les asigna una letra del abecedario para su pronta identificación y pueden enviar y recibir un "Byte".

El PIC16F886 es un microcontrolador de 8 bits última generación de la gama media de Microchip con encapsulado en 28 patillas dispone de:

- 24 líneas de E/S
- Velocidad de hasta 20MHz
- Reloj interno desde 31KHz hasta 8MHz
- Memoria de programa de 8192 instrucciones, RAM de 368 bytes y EEPROM de datos de 256 bytes (dicha memoria es la que nos permite usar el microcontrolador en el prototipo)
- Puerta serie SSP para comunicación SPI e I2C
- Transmisor/Receptor asíncrono (USART)
- 2 módulos de captura, comparación y PWM
- Módulos comparadores analógicos
- Convertidor ADC de 10 bits con 11 canales
- 2 Timers de 8 bits y 1 de 16 bits

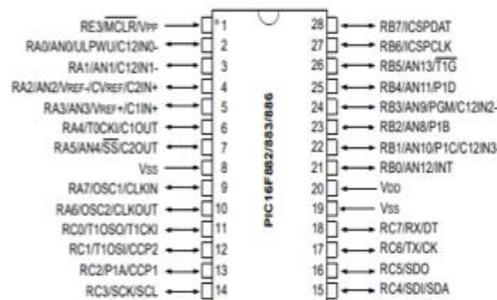


Figura 8. Esquema de Pines del PIC16F886

La versatilidad del PIC nos permite configurar individualmente las líneas ya sea como entrada o salida; esta condición aunada a sus demás características nos lleva a elegirlo como base de nuestro elemento de control.

**Sensores.**

Un sensor es un dispositivo, el cual nos permite convertir una magnitud física y convertirla en señales eléctricas, las cuales a su vez puedan ser interpretadas por microcontrolador para la toma de decisiones posterior, realizado en 3 fases:

- **Medición:** Un fenómeno físico es detectado, por el sensor, esta se convierte en una señal eléctrica, dependiente del fenómeno de entrada.
- **Acondicionamiento:** Se modifica la señal para tener de salida un voltaje.
- **Transformación:** La señal entra en valores analógicos, por lo cual debe de ser convertida a una señal digital comprensible para el microcontrolador.

Las condiciones de uso para el prototipo nos conducen a utilizar sensores de distancia de tipo refractivo, ya que nos permiten determinar la presencia de un objeto y evitar posibles colisiones. Estos sensores pueden del tipo infrarrojo o ultrasónico que tiene un alcance entre 10 cm. y hasta 3 mts. De acuerdo a la aplicación final del prototipo se determinará el sensor a aplicar.

**Motores de corriente directa (DC)**

Los motores de corriente directa se constituyen de 5 piezas principales, las cuales son:

- **Estator:** Es la parte fija del motor, consta de un electroimán fijo recubierto con material aislante.
- **Bobinado:** Es un hilo de cobre enrollado que forma parte de los circuitos de los motores.
- **Rotor:** Es la pieza móvil del motor, se puede considerar como un electroimán móvil.
- **Conmutador:** Son un conjunto de láminas aisladas entre sí que giran junto con el rotor.
- **Escobillas:** Piezas fijas al estator, permanecen en constante contacto con el conmutador.

El funcionamiento del motor consta de una corriente que pasa por el bobinado, esta a su vez genera un campo eléctrico el cual permite el movimiento del rotor.

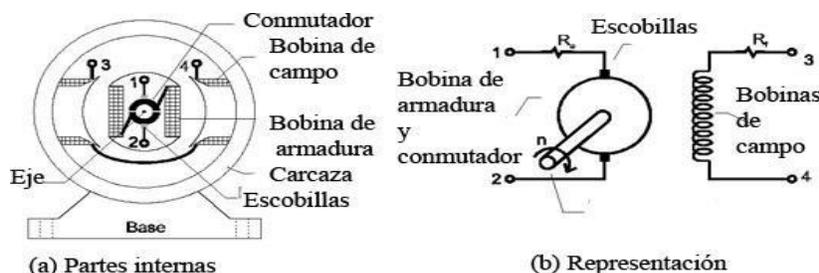
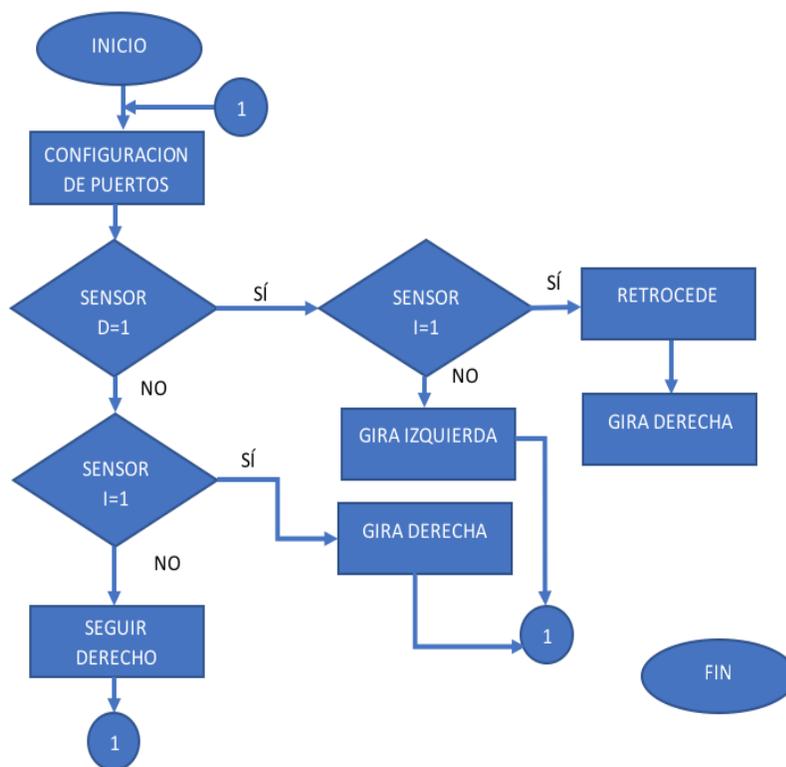


Figura 9. Esquema de funcionamiento de un motor de corriente continúa

Dentro de estos, tenemos a los motorreductores que en su interior cuentan con un conjunto de engranes que cumplen la función de disminuir la velocidad y aumentar la fuerza (torque); existen diversas relaciones de reducción las cuales se encuentran desde 1:10 hasta 1:250. Para nuestro fin el motorreductor más conveniente es el que tiene una relación 1:50.

**Algoritmo de funcionamiento propuesto.**

Un algoritmo es un conjunto de pasos en un orden coherente para resolver un problema, estos pueden ser representados de forma gráfica, mediante un diagrama de flujo, estos ofrecen una perspectiva más simple y ordenada del problema que se desea resolver.



**Figura 10.** Diagrama de flujo del sistema.

**Posibles aplicaciones.**

La idea de tomar como referencia el modelo propuesto por Theo Jansen en sus Strandbeest, es construir sistemas que puedan transportarse de un lugar a otro sobre terrenos poco compactos como arena o gravilla, reduciendo la potencia necesaria para su movilidad. Bajo esta premisa algunas de sus aplicaciones son:

En general las aplicaciones son muy bastas, y van desde la aplicación de estos sistemas con fines recreativos hasta brindar servicios que mejoren la calidad de vida. Ya que presentan alternativas de movilidad y desplazamiento alternas al uso convencional de la rueda o llanta.

**Referencias**

T. L. Floyd. "Fundamentos de Sistemas Digitales", 9° Ed, ISBN 978-84-8322-085-6, Prentice-Hall, 2006.  
 S. Díaz, M. C. Romero, A. J. Molina, "Estructura y Tecnología de Computadores". Teoría y problemas, ISBN 978-84-481-7085-1, McGraw-Hill, 2009.  
 C. Baena, M. J. Bellido, A. J. Molina, M. P. Parra, M. Valencia, "Problemas de circuitos y sistemas digitales", ISBN 84-481-0966-X, McGraw-Hill, 2001.  
 Pardo Collantes, Daniel; Bailón Vega, Luís A., "Fundamentos de Electrónica Digital". ISBN 978-84-7800-401-0, Universidad de Salamanca. Ediciones Universidad de Salamanca. 2006.  
 James Ingram Anthony. A new type of mechanical walking machine (tesis doctoral). Universidad de Johannesburgo, Sudáfrica, 2006.

# NIVELES DE CALIDAD DE VIDA EN UNIVERSITARIOS DE NUEVO INGRESO

Ana Karen Pérez Vázquez<sup>1</sup>, Dr. Juan Luis Hernández Vázquez<sup>2</sup>, MC Macrina Beatriz Silva Cázares<sup>3</sup>.

## RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud, la calidad de vida es la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. El objetivo de nuestra investigación es identificar niveles de calidad de vida en la población estudiantil de nuevo ingreso en la carrera de Licenciatura en Enfermería. Se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo y transversal en la UASLP, a estudiantes de la generación 2018, de la Lic en Enfermería, se les aplicó, previo consentimiento informado, el Cuestionario Sobre la Salud del Paciente-9 (PHQ-9). Los resultados obtenidos, fue del 85% de la población se sitúa en rango normal. Se ofrece un mayor sustento hacia la importancia de incluir programas de prevención primaria en relación a la calidad de vida, en nuestra población de estudio

**PALABRAS CLAVE:** calidad de vida, salud, universitarios, PHQ-9.

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud la calidad de vida es la percepción de que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. (1)

El Índice para una Vida Mejor, realizado por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE 2017), permite comparar el bienestar entre distintos países y su objetivo es invitar a los ciudadanos a nivel global a participar en la formulación de las políticas para alcanzar un mejor nivel de vida. El estudio, publicado anualmente, evalúa a 38 países (35 miembros de la OCDE y tres socios) con base en 11 temas esenciales: vivienda, ingresos, empleo, comunidad, educación, medio ambiente, compromiso cívico, salud, satisfacción, seguridad y balance vida-trabajo, en la última actualización del índice, México obtuvo una calificación promedio de 3.4 entre los países evaluados y sus resultados variaron en cada uno de los 11 temas seleccionados.

Actualmente, sólo un 16% de la población adulta en México tiene estudios superiores. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) señala la poca población que ingresa a las universidades en México comparada con los 34 países miembros donde la media se encuentra en 20 puntos porcentuales por arriba. Aún ser estudiante universitario es un privilegio, valorar la condición a la que otros jóvenes no pueden acceder es una tarea y compromiso social.

La salud mental de los estudiantes cuando ingresan a la universidad puede verse afectada por múltiples factores, entre los cuales se encuentran las situaciones académicas generadoras de estrés. Éstas constituyen un factor que puede estar relacionado con la presencia de depresión en los estudiantes universitarios.

La principal causa de la depresión es el estrés y puede desencadenarse a partir de cualquier cambio drástico en la vida normal y habitual, incluso si el cambio es elegido, como es el caso de una carrera universitaria. El ingreso a la universidad suele ser el primer cambio importante en la vida de un joven adulto.

<sup>1</sup> Ana Karen Pérez Vázquez. Pasante de Lic en Enfermería de la COARA-UASLP

2.- Dr. Juan Luis Vázquez Hernández. Hospital Aranda. León. Gto.

3. MC Macrina Beatriz Silva Cázares PTC Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

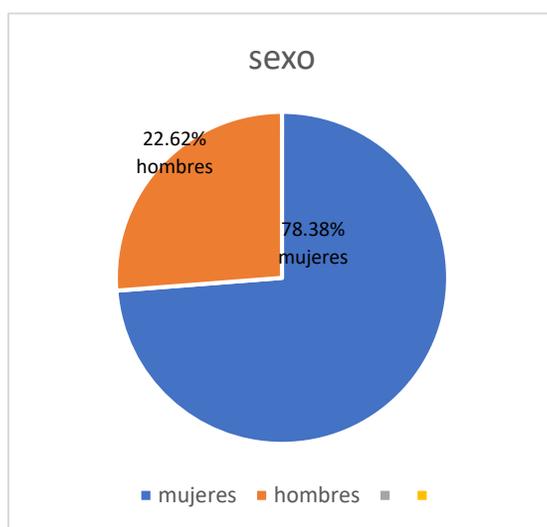
El Cuestionario para Depresión (PHQ9) es una herramienta que útil para establecer un diagnostico formal de depresión, para ayudar en la decisión de iniciar tratamiento específico y monitorizar su tratamiento. Es sencilla de administrarse, incluso podría entregarse al paciente para que la complete antes de ingresar al consultorio.

### METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la ciudad de Matehuala S.L.P, se encuestó a un total de 61 participantes de las cuales 45 pertenecen al sexo femenino y 16 al sexo masculino cada participante firmó un consentimiento informado y se les aplicó el test Cuestionario Sobre la Salud del Paciente-9 (PHQ-9) para valorar el riesgo de padecer depresión. El tipo de estudio es cuantitativo, descriptivo.

### RESULTADOS

En la gráfica 1. Se puede observar el número de personas por sexo, el 78.38% son mujeres que es equivalente a 45 participantes del sexo femenino y el 22.62% son del sexo masculino, esto es igual a 16 participantes, el cual arroja un total de 61 participantes.



**Gráfica 1.** Porcentaje de hombres y mujeres participantes

En la Gráfica 2. Relacionado sexo, según datos del cuestionario, en este se incluyen 3 categorías; menor de 4 puntos; el paciente no presenta signos de depresión, en esta categoría el 80% de los hombres no presentan depresión y de mujeres representa un 73%, la segunda categoría de 5 a 14 puntos, el médico debe de tener un juicio clínico para considerar el diagnostico de depresión, en esta categoría representa un 15% de hombres y mujeres un 20%, la tercera categoría mayor a 15 puntos representa se justifica el tratamiento de la depresión, esto representa un 1.1% en los hombres y un 1.5% en mujeres.



**Gráfica 2.** Porcentaje de hombres y mujeres participantes

## DISCUSIÓN

De acuerdo a resultados obtenidos se observa que los participantes encuestados a los cuales se le aplicó la escala el test el test Cuestionario Sobre la Salud del Paciente-9 (PHQ-9), la cual valora el riesgo para desarrollar depresión, existe una prevalencia del sexo femenino. En estudios científicos realizados se examinan muchas causas que podrían explicar el aumento en el riesgo de padecer depresión que tienen las mujeres y muchos factores que pueden contribuir a que esto sea así. Es probable que los factores genéticos, biológicos, químicos, hormonales, ambientales, psicológicos y sociales se unan o crucen para contribuir a la depresión.

Si una mujer tiene antecedentes familiares de depresión, puede tener un mayor riesgo de desarrollar la enfermedad. Pero, esta no es una regla que siempre aplica. La depresión puede ocurrir en mujeres sin antecedentes familiares de depresión y es posible que ciertas mujeres de familias con antecedentes de depresión no la padezcan. Las investigaciones genéticas indican que es posible que el riesgo de padecer de la depresión implique la combinación de múltiples genes con factores ambientales o con otros factores.

Antes de la adolescencia, los niños y las niñas padecen depresión con aproximadamente la misma frecuencia. Pero, en la adolescencia, las niñas tienen más probabilidades de padecer depresión que los niños. Las investigaciones señalan a varios motivos posibles para esta desigualdad. Es probable que los cambios biológicos y hormonales que ocurren durante la pubertad sean las causas del fuerte aumento en los índices de depresión que se observa entre las niñas adolescentes. Además, las investigaciones sugieren que las niñas tienen más probabilidades que los niños a continuar sintiéndose mal después de atravesar situaciones o eventos difíciles, lo que sugiere que son más propensas a padecer de depresión. En otro estudio se detectó que las niñas tienden a dudar más que los niños de sí mismas y de su capacidad para solucionar problemas y a considerar que sus problemas no tienen solución. Las niñas que presentan estas tendencias también tienen más probabilidades de tener síntomas depresivos. También se demostró que, en comparación con los niños, las niñas tienden a necesitar un mayor grado de aprobación y de éxito para sentirse seguras.

## CONCLUSION

En nuestro estudio se encontró el siguiente porcentaje, evaluado por el test Cuestionario Sobre la Salud del Paciente-9 (PHQ9) para determinar los factores de riesgo de depresión, menor de 4 puntos, no existe un riesgo de padecer depresión, existen un porcentaje 95.6% entre hombres y mujeres (57 participantes), , riesgo ligeramente elevado, se encuentra un porcentaje de 3.3% (3 participantes), riesgo moderado, existe un porcentaje de 1.1% (2 participantes).

## BIBLIOGRAFÍA

Organización Mundial de la Salud. (2016).

# ESTUDIO DEL DETERIORO DE LA SALUD POR CAUSA DE LAS VIBRACIONES EN LOS CENTROS DE TRABAJO

M.C. Manuel Pérez Villegas<sup>1</sup>, M.C. Fermín Tenorio Cruz<sup>2</sup>,  
Ing. Roberto Avelino Rosas<sup>3</sup>, Ing. José Donato Rodríguez Zepeda<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente proyecto busca disminuir el efecto que tienen las vibraciones mecánicas en el cuerpo del trabajador, que son transmitidas de las máquinas al cuerpo de los trabajadores y que lo afectan directamente, causando deterioro físico, disminuyendo su rendimiento laboral y propiciando condiciones inseguras de trabajo. Todo esto afecta directamente la competitividad de las empresas. Una exposición prolongada a las vibraciones está fuertemente asociada con las lumbalgias, que es una enfermedad de la columna que causa dolores en la columna baja y ocupa el tercer lugar entre las 10 principales causas de demanda de consulta; para atenderlo, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). En un día típico, en esta unidad atienden 300 consultas de primera vez, de ellas, 90 se relacionan con la columna que pueden producir lumbalgia, que se origina en la región de las cinco vértebras lumbares [1].

**Palabras clave**— Vibraciones, Lumbalgia, Norma, Analizador, Riesgo.

## Introducción

Las vibraciones mecánicas procedentes de máquinas o herramientas que entran en el cuerpo a través de las manos o que se transmiten por cualquier medio al cuerpo del trabajador, lo afectan directamente y causan deterioro, disminuyendo su rendimiento y propiciando condiciones inseguras de trabajo. Las máquinas también se ven afectadas por trabajar en condiciones inadecuadas de vibración, disminuyendo su vida útil y afectando directamente la competitividad de las empresas.

Una exposición prolongada a las vibraciones deteriora de manera importante la salud del trabajador, ocasionando pérdidas en las empresas y para el IMSS.

Por estas razones es muy importante medir los niveles de vibraciones en los centros de trabajo y si es posible disminuirlos o tomar acciones preventivas, en beneficio de los trabajadores.

Existe la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. Esta norma establece los límites máximos permisibles de exposición y las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones que, por sus características y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores.

## Descripción del Método

### Marco Teórico

Hoy en día, todas las empresas cuentan con equipos o máquinas y todas vibran en diferentes intensidades. Muchas vibraciones son apenas perceptibles y sin importancia, sin embargo, existen también vibraciones que pueden afectar el aparato locomotor de los trabajadores. Las vibraciones pueden estar causadas por herramientas manuales (por ejemplo, cuando se taladra una roca) y afectar, de este modo, al sistema mano-brazo. Esto puede provocar una disfunción de los nervios, una anómala de la circulación de la sangre, especialmente en los dedos (síndrome de los dedos blancos), y trastornos degenerativos de los huesos y las articulaciones de los brazos. Los vehículos y plataformas que vibran, como las escavadoras, también constituyen un riesgo de vibración. El mismo riesgo lo ofrecen las prensas hidráulicas, molinos y en general toda máquina rotativa que no se encuentre adecuadamente amortiguada.

Cita: [1]Instituto Mexicano del Seguro Social. (2017). Hombres los más afectados por dolor en espalda baja, No. 389/2017. <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201712/389>

<sup>1</sup> M.C. Manuel Pérez Villegas es Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [mantenimiento-utt@outlook.es](mailto:mantenimiento-utt@outlook.es) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El M.C. Fermín Tenorio Cruz es Profesor de la Carrera de Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [ftenorioc@yahoo.com](mailto:ftenorioc@yahoo.com).

<sup>3</sup> El Ing. Roberto Avelino Rosas es Profesor de la Carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [ravelinojr@hotmail.com](mailto:ravelinojr@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Ing. José Donato Rodríguez Zepeda es Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [droduguez@hotmai.com](mailto:droduguez@hotmai.com)

La vibración del cuerpo entero puede ser causa de trastornos degenerativos, especialmente en la región lumbar. Las vibraciones en cuerpo entero son un fenómeno físico que se manifiesta por la transmisión de energía mecánica por vía sólida, en el intervalo de frecuencias desde 1 hasta 80 Hz, al cuerpo entero del POE.

Las vibraciones en las extremidades superiores son un fenómeno físico que se manifiesta por la transmisión de energía mecánica por vía sólida, en el intervalo de frecuencias desde 8 hasta 1600 Hz, a las extremidades superiores del POE (Personal Ocupacionalmente Expuesto).

*Vibraciones en cuerpo entero*

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, los límites máximos permisibles de exposición a vibraciones en cuerpo entero, cuando se conoce la frecuencia de un mecanismo que genera vibración y se relaciona con la aceleración en m/s<sup>2</sup> ya sea en el eje de aceleración longitudinal az, o en los ejes de aceleración transversal ax y ay, se obtiene el tiempo de exposición que puede variar de un minuto a veinticuatro horas. Los límites de exposición a vibraciones en el eje longitudinal az y en los ejes transversales ax y ay, se establecen en la tabla 1.

FRECUENCIA CENTRAL DE TERCIO DE OCTAVA (Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION									
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min	
	LIMITE DE ACCELERACION LONGITUDINAL EN (az), m/s <sup>2</sup>									
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60	
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00	
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50	
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00	
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55	
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15	
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80	
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80	
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80	
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80	
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55	
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50	
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60	
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10	
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00	
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2	
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.00	
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0	
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4	
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0	

Tabla 1. Límites de aceleración longitudinal (az) como función de la frecuencia y del tiempo de exposición. [NOM-024-STPS-2001].

*Vibraciones en extremidades superiores*

La Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, en el apartado de extremidades superiores, indica que, a partir del tiempo de exposición a las vibraciones, se establecen los valores máximos permitidos de aceleración ponderada (que se deben calcular según se establece en el análisis espectral y en la Tabla 2).

Se debe realizar un análisis espectral en bandas de tercios de octava (de 8 a 1600 Hz) por cada eje y calcular el componente direccional de la aceleración ponderada conforme a la siguiente ecuación:

$$a_k = \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (k_j)^2 T_i \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde:

ak es el componente direccional de la aceleración ponderada;

T es la duración de la exposición diaria;

kj es la iésima frecuencia ponderada, valor cuadrático medio de la componente de la aceleración con duración Ti.

Tiempo total de exposición diaria a vibraciones, en horas	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse (*)
	ak, en m/s <sup>2</sup>
De 4 a 8	hasta 4
De 2 a 4	hasta 6
De 1 a 2	hasta 8
Menor de 1	hasta 12

Tabla 2. Límites máximos de exposición en manos a vibraciones en direcciones xh, yh, zh. [NOM-024-STPS-2001].

(\*) Nota: Comúnmente, uno de los ejes de vibración domina sobre los dos restantes. Si uno o más ejes de vibración sobrepasan la exposición total diaria, se han sobrepasado los valores de los límites máximos de exposición.

#### *Instrumentación mínima requerida.*

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-200, la instrumentación mínima requerida es:

a) transductor de aceleración con respuesta lineal desde 6.3 Hz, con un peso menor a 15 gramos y sensibilidad no menor a 1 mV/(m/seg<sup>2</sup>);

b) analizador que cuente con filtros en bandas de tercios de octava, con características de ganancia específicas a instrumentos de medición de respuesta humana a vibraciones en extremidades superiores.

Para la implementación de este proyecto se está en proceso de adquisición de un equipo analizador de vibraciones: ADASH A43000 - VA3.



Figura 1. Equipo analizador de vibraciones ADASH A4300-VA3.

El multímetro para diagnóstico de maquinaria ADASH 4300 – VA3, es un potente analizador de vibraciones multicanal en un moderno diseño compacto y en carcasa metálica de alta resistencia para trabajo industrial. Este equipo también puede ser usado como Colector de Datos en Ruta pre-programada. Cuenta con una amplia gama de funciones y mediciones, que permiten realizar un diagnóstico completo de la maquinaria rotativa. Cuenta con amplia memoria interna de 8Gb, para almacenamiento de grandes cantidades de datos.

Este analizador cuenta con la capacidad para hacer las mediciones de acuerdo a la norma. Para la correcta interpretación de esta Norma debe consultarse la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente o la que la sustituya: NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

#### *Desarrollo del proyecto*

Los pasos para el desarrollo del proyecto son:

1. Investigación documental sobre todas las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas de la región de influencia de la UTT, para determinar las condiciones de operación de ellas y agruparlas para su mejor estudio.
2. Se realizó un estudio para determinar las primeras empresas que se visitarían, de acuerdo a su tamaño, localización, índice de criticidad de vibraciones, disponibilidad de tiempo y recursos.
3. Certificación de un docente en análisis de vibraciones nivel I, ante el Vibration Institute con norma ANSI (American National Standards Institute) ISO/IEC 17024, ISO 18436-1 e ISO 18436-2. El docente Manuel Pérez Villegas obtuvo el Certificado número 2018-12615, con vigencia hasta febrero 2021, expedido por el Instituto Mexicano de Mantenimiento Predictivo, en la ciudad de Querétaro, Qro.
4. Se analizará la información para determinar posibles mejoras en los procesos, viabilidad de automatización, análisis de vibraciones de los equipos y verificar que se cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
5. Seguimiento de las empresas atendidas y análisis de los resultados obtenidos.

6. Capacitación del personal de las empresas involucrado con las máquinas, tanto los que tengan riesgo de sufrir un deterioro en su salud, como los jefes o las personas que toman las decisiones en las empresas, concientizándolos en la importancia que tiene seguir la norma, sus ventajas y desventajas operativas y competitivas.
7. Entrega de informes y resultados.

### *Resultados*

Los resultados aún no son visibles, pero de acuerdo a la investigación documental ya realizada, a las visitas efectuadas a las empresas y a la certificación del docente junto con la adquisición del equipo analizador de vibraciones, puede pronosticarse un resultado adecuado en beneficio de los centros de trabajo de la zona de Tecamachalco. Las primeras pruebas se están realizando en la empresa Bachoco, Planta San Gabriel Tetzoyocan, Tecamachalco y en la empresa Avitec en la ciudad de Tecamachalco.

### *Conclusiones*

Concluimos que este proyecto es viable (está aceptado y financiado por Prodep) y aunque aún está en desarrollo, se esperan resultados satisfactorios con la aplicación de la norma y un adecuado procesamiento de los resultados.

### **Referencias**

Pilar Díaz Zazo. (2015). Prevención de riesgos laborales. Seguridad y salud laboral. 2da. Edición, Editorial Paraninfo.

Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001 (2002), Vibraciones Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. Enero 11, 2002. Sitio web: <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201712/389>.

Instituto Federal de Seguridad y Salud Ocupacional/Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (2004). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo. Editorial: Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

ADASH SPOL S.R.O. (2018). A4300 VA3 Pro. Agosto 2, 2018, de ADASH SPOL S.R.O Sitio web: <https://adash.com/es/portatiles-diagnostico-vibracion/a4300-va3-analizador-vibraciones>.

OCCUPATIONAL BIOMECHANICS. (2006). 4th Edition. Don B. Chaffin. Gunnar B.J. Anderson. Bernard J Martín. Ed. Wiley-Interscience.

EXPOSICION A VIBRACIONES EN EL LUGAR DE TRABAJO. (1999) INSHT España.

ERGONOMIC SOLUTIONS FOR THE PROCESS INDUSTRIES. (2003). Dennis Attwood. Ed. Elsevier.

# AUTOMATIZACIÓN DE POZO MEDIANTE COMUNICACIÓN POR TELEMETRÍA

M.C. Manuel Pérez Villegas<sup>1</sup>, Ing. José Donato Rodríguez Zepeda<sup>2</sup>  
Ing. José Sebastián Sánchez Bañuelos<sup>3</sup>, Ing. Rubén Téllez Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**—La Universidad Tecnológica de Tecamachalco cuenta con un pozo que suministra agua a la universidad y uno de los principales problemas es que cuando la cisterna de la universidad alcanza su límite de llenado el agua tiende a desperdiciarse, ya que el pozo se encuentra 2000 m de distancia el personal encargado no siempre está al pendiente del llenado, por lo cual se propuso la idea de automatizar el pozo mediante la comunicación de plc's, así se evitara el desperdicio del agua beneficiando tanto a la universidad como a la comunidad.

Este proyecto automatizará el proceso de llenado de la cisterna de la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, para el adecuado abastecimiento de agua a la institución. Se implementará un sistema de telemetría con PLC's y antenas de radiofrecuencia de mediano alcance.

**Palabras clave**— Automatizar, Llenado, Telemetría, PLC, Radiofrecuencia

## Introducción

La implementación de automatización a la bomba de agua del pozo de la Universidad Tecnológica de Tecamachalco ubicado en PINO SUAREZ, se realizará con el propósito de poder reducir los gastos que se generan para ir al lugar antes mencionado cuando se requiere el encendido y apagado de la bomba de agua que realiza el abastecimiento de agua a la institución. El proyecto consiste en la automatización para llenado de la cisterna. De manera que se detecte cuando la cisterna se encuentre en un 30% se active la bomba en automático y cuando llegue al 90% se apague de la misma manera.

## Desarrollo del proyecto

Este proyecto se desarrolla en la Universidad Tecnológica De Tecamachalco, en donde se encuentra la cisterna de la universidad y un pozo localizado en Pino Suarez, se planteará una mejora que es la automatización de la bomba del pozo que suministra agua a la universidad. En el proyecto las personas que se involucraron son compañeros de la universidad, de la misma carrera de mantenimiento con la programación de los PLC's y la instalación de la automatización y los compañeros de la carrera de Tics que se encargaran del comunicado de los PLC's a distancia colocando antenas de señal directa y router.



Figura 1. Toma de datos de la bomba de suministro.

<sup>1</sup> M.C. Manuel Pérez Villegas es Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [mantenimiento-utt@outlook.es](mailto:mantenimiento-utt@outlook.es) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Ing. José Donato Rodríguez Zepeda es Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [droduiguez@hotmail.com](mailto:droduiguez@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Ing. José Sebastián Sánchez Bañuelos es Profesor de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [jose\\_sebastian\\_sb@yahoo.com.mx](mailto:jose_sebastian_sb@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> El Ing. Rubén Téllez Hernández es Profesor de la Carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Puebla. [ruben.tehe@hotmail.com](mailto:ruben.tehe@hotmail.com)

A continuación, se presenta un layout de la Universidad Tecnológica De Tecamachalco.

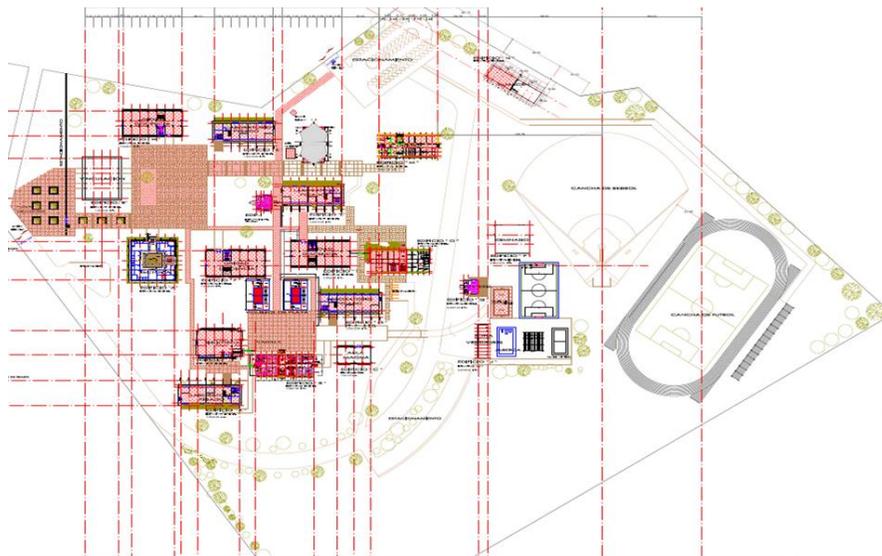


Figura 2. Layout de la Universidad Tecnológica de Tecamachalco

En la planeación y diseño de la automatización de la bomba comenzó el diseño para empezar el para empezar la automatización, en donde se realizó la prueba piloto.

El programa para la realización del proyecto es el siguiente:

- Planeación y Diseño
- Mostrar programación al ing. Donato
- Mostrar prueba piloto al ing. Manuel Villegas

Para la colocación de las antenas se trabajó en conjunto con los compañeros de TICS, compañeros de la universidad, en donde se mostró donde se colocarían las antenas para la prueba piloto y para el pozo y cisterna.



Figura 3. Instalación de las antenas de radiofrecuencia para la telemetría.

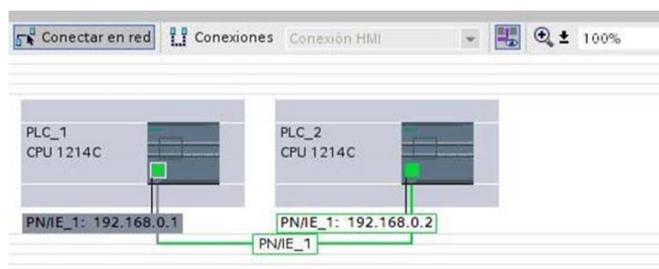


Figura 4. Programación de los PLC

Para la programación de los PLC se inició con la configuración de uno de los equipos, ya que uno se encargará de enviar la información mientras que el otro PLC la recibe. La programación se realizó con el software TIA Portal de Siemens versión 13, los PLC son de la serie 1200 modelo CPU 1214C, ambos equipos se encuentran disponibles en el laboratorio 5 de la carrera de Mantenimiento Industrial para prácticas.

**Resultados**

Se lograron buenos resultados en las pruebas realizadas al sistema, las señales podían llegar sin problemas del emisor al receptor y si se realizaba la función de encendido y apagado de la bomba eficientemente. También los sensores ultrasónicos funcionaban correctamente, de acuerdo a lo esperado. Este proyecto se realizó con material y equipo existente en los laboratorios de las carreras de Mantenimiento Industrial y de Tecnologías de la Información y Comunicación para hacer pruebas, sin embargo, se deben comprar todos los elementos para que puedan instalarse permanentemente en su lugar de trabajo. La cotización respectiva es la siguiente:

COSTO DEL PROYECTO			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO
PLC	2 PZ	11000	22,000.00
ANTENA WIFI	2 PZ	1500	2,500.00
SENSORES ULTRASONICO	2PZ	6450	12,900.00
CANALETA ADHERIBLE	5 PZ	29	145.00
PAQUETE DE CANALETAS	1 PAQ	125	125.00
BASE PARA PLC	4	250	1,000.00
CABLE CALIBRE 10	20 M	10	200.00
CABLE UTP	2M	10	20.00
TOTAL			38,890.00

Tabla 1. Costo del proyecto.

**Conclusiones**

Concluimos que este proyecto es viable y aunque no se instaló permanentemente, por no contarse con el material y equipo definitivos, de acuerdo a una serie de pruebas realizadas podemos concluir que funcionará eficientemente en el llenado de la cisterna de la universidad, con un impacto directo sobre toda la población estudiantil, administrativa y docente, alrededor de 5000 personas.

**Referencias**

Berry, B. 2012. "SCADA Tutorial: A fast introduction to SCADA fundamentals and implementation". White Paper. Agosto de 2011. 12 pp..

The International Engineering Consortium. "Cellular Communications". White Paper. Julio de 2000. 23 pp.

DYNA. 2012. "Sistema de telemetría para la transmisión de datos desde ambulancia". Volumen 79, Número 175, p. 43-51. ISSN electrónico 2346-2183. ISSN impreso 0012-7353

"Telemetry Tutorial". L3 Communications. L3 Communications. Fecha de consulta: 2011, diciembre 1, disponible: <http://www.tw.l-3com.com/tutorial/preface.html>

OCCUPATIONAL BIOMECHANICS. (2006). 4th Edition. Don B. Chaffin. Gunnar B.J. Anderson. Bernard J Martín. Ed. Wiley-Interscience.

ERGONOMIC SOLUTIONS FOR THE PROCESS INDUSTRIES. (2003). Dennis Attwood. Ed. Elsevier.

# LA SEGREGACIÓN OCUPACIONAL DE LAS MUJERES EN EL ÁMBITO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ESTATAL EN MÉXICO

Dra. Lourdes Edith Pérez Vuelvas<sup>1</sup>

**Resumen**—De acuerdo con el estudio *Discriminación estructural y desigualdad social. Casos ilustrativos para jóvenes indígenas, mujeres y personas con discapacidad* (Solís, 2017), las mujeres en México enfrentan condiciones de segregación ocupacional que bloquean su acceso a algunos tipos de ocupaciones. Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de la condición existente entre hombres y mujeres que trabajan en el ámbito de la administración pública estatal; la finalidad es mostrar un panorama cuantitativo de la manera en que están distribuidos, entre sexos los puestos directivos, de mando medio y operativos en las dependencias públicas. La contribución de este estudio es aportar datos que dan cuenta del modo en que los conceptos de “segregación horizontal” y “techo de cristal” se encuentran presentes en el servicio público de los gobiernos estatales.

**Palabras clave**—discriminación estructural, desigualdad social, segregación ocupacional, mujeres.

## Introducción

Patricio Solís (2017), afirma que en México una amplia mayoría de población enfrenta una discriminación estructural; las mujeres, son uno de los grupos de personas que experimentan dificultades sistemáticas para ejercer sus derechos. En sentido, el autor entiende a la discriminación como estructural porque se trata de un patrón social generalizado que se repite desde la familia y la escuela hasta el empleo y las instituciones públicas; es decir, es un fenómeno que trasciende prácticas individuales y generacionales.

En ese orden de ideas, en el estudio *Discriminación estructural y desigualdad social. Casos ilustrativos para jóvenes indígenas, mujeres y personas con discapacidad*, Solís (2017) sostiene que las prácticas discriminatorias<sup>2</sup> tienen consecuencias estructurales que inciden en la privación sistemática del acceso a los derechos y la reproducción de la desigualdad social. Por otra parte, el concepto de desigualdad social puede ser conceptualizado como la diferencia de trato que puede beneficiar a una clase social, a un grupo o a un individuo con respecto a otros y que establece, jerarquías sociales. Así, la desigualdad vertical aparece cuando ciertas personas son mantenidas fuera de diversos espacios, ocasionando asimetrías entre individuos; de igual modo, se presenta la desigualdad horizontal, cuando esas asimetrías se verifican entre grupos sociales.

La desigualdad social se hace evidente cuando se muestran brechas que permiten dimensionar contrastes en el ejercicio de derechos. Es decir, las desigualdades sociales tienen que visualizar tal y como Solís (2017) lo traduce de T.A. DiPrete y G. M. Eirich (2006), es decir, como una acumulación, histórica y de orden simbólico, de (des) ventajas sociales que inciden en el desarrollo cognitivo, en el acceso a los puestos de trabajo y la educación, en el ingreso, en la riqueza o en la salud de un individuo o de un grupo social.

Son múltiples los estudios que evidencian a las mujeres como un grupo social inmerso en condiciones de desigualdad social. La segregación ocupacional de las mujeres es una de las consecuencias palpables de tal condición, situación que las coloca en situaciones desfavorables de acceso a algunas determinadas ocupaciones o puestos de trabajo. Es aquí donde el fenómeno “techo de cristal” emerge para el colectivo de las mujeres. Camarena, M. y Saavedra, M. (2018), señalan que el “techo de cristal” son los obstáculos que impiden que una mujer alcance puesto directivos y de liderazgo en las organizaciones<sup>3</sup>.

El objetivo de este trabajo es mostrar un análisis comparativo de la condición existente entre hombre y mujeres que trabajan en el ámbito de la administración pública estatal; la finalidad es mostrar un panorama cuantitativo de la manera en que están distribuidos, entre los sexos, los puestos directivos, de mandos medios y operativos en las dependencias públicas. La pregunta a responder en este estudio es la siguiente: ¿cuál es la

<sup>1</sup>Dra. Lourdes Edith Pérez Vuelvas es Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Colima. [perezvuelvas@gmail.com](mailto:perezvuelvas@gmail.com)

<sup>2</sup>Solís (2017), distingue entre prácticas informales y prácticas institucionalizadas. Las primeras las refiere como “aquellas que no tienen un referente normativo en las disposiciones, reglamentos o lineamientos oficiales de las organizaciones o instituciones públicas y privadas”; las segundas, las define como “aquellas que se cristalizan en las normativas de las organizaciones públicas y privadas”.

<sup>3</sup>Para una mayor profundización sobre la temática de techo de cristal en organizaciones privadas en México, consúltese a Camarena, M. y Saavedra, M. (2018).

desproporción entre la cantidad de mujeres y de hombres que ocupan puestos de nivel directivo, de mando medio y operativos dentro de las administraciones públicas del ámbito estatal?

Visibilizar las prácticas discriminatorias dentro de las instituciones gubernamentales, contribuye no sólo en medir la segregación de las mujeres de los puestos directivos, sino también, es posible tener un primer acercamiento cuantitativo para concientizar respecto de la necesidad de generar políticas públicas focalizadas en prevenir y combatir patrones culturales propios del sector público que aletargan el ejercicio igualitario de los derechos entre sexos o favorezcan las brechas de desigualdad social; situación que puede acarrear efectos sociales, económicos y políticos negativos para México<sup>4</sup>.

### **Descripción del Método**

Esta investigación tiene un diseño metodológico de corte cuantitativo y de tipo comparativo. El procedimiento para la recolección de datos es mediante gabinete y como fuente de información se tiene la base de datos de la remuneración de las y los servidores públicos adscritos de los gobiernos de las entidades federativas de Aguascalientes y Colima; particularmente, la información publicada en los portales electrónicos de estos sujetos obligados<sup>5</sup>, misma que corresponde al segundo trimestre del año 2018, es decir, del 1° de abril al 30 de junio de 2018.

#### *Unidades de análisis, de observación, variables y valores*

La segregación ocupacional de mujeres servidoras públicas de administraciones públicas de gobiernos estatales conforman la unidad de análisis de este estudio; consecuentemente, como unidad de observación son las y los servidores públicos de las siguientes entidades federativas: 1) Aguascalientes y 2) Colima<sup>6</sup>.

Se configuran dos variables: 1) denominación del puesto y 2) sexo; los valores establecidos para la primera variable son: a) puesto directivo, b) puesto de mando medio y c) puesto operativo; mientras que para la segunda variable son: a) femenino y b) masculino<sup>7</sup>.

### **La distribución de los puestos en la administración pública de los gobiernos de Aguascalientes y Colima**

A continuación, se muestran cuadros y gráfico del modo en que los puestos directivos, de mandos medios y operativos se encuentran distribuidos entre hombres y mujeres adscritos a las administraciones públicas de los Estados de Aguascalientes (ver Cuadros 1 y 2, así como gráficos a y b) y Colima (ver Cuadros 3 y 4, así como gráficos c y d).

<sup>4</sup> En el trabajo “Desigualdades en México/2018”, realizado por el Colegio de México, se enumeran como parte de las problemáticas que trae consigo la desigualdad social: a la reducción del capital social en las comunidades y los niveles de confianza entre los ciudadanos, el perjuicio en el crecimiento económico, mediante la limitación de potenciales productivos de los individuos o inversiones ineficientes en capital humano; y la capacidad que pueden llegar a tener las élites o grupos privilegiados para influir en las agendas de los gobiernos y partidos políticos.

<sup>5</sup>De conformidad con el artículo 23 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, son sujetos obligados a transparentar y permitir el acceso a su información y proteger los datos personales que obren en su poder: cualquier autoridad, entidad, órgano y organismo de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial, órganos autónomos, partidos políticos, fideicomisos y fondos públicos, así como cualquier persona física, moral o sindicato que reciba y ejerza recursos públicos o realice actos de autoridad en los ámbitos federal, de las Entidades Federativas y municipal.

<sup>6</sup>Durante el período del 1 al 3 de octubre de 2018, se consultaron los 32 portales electrónicos de los gobiernos estatales, incluida la Ciudad de México; específicamente, se exploró el apartado relativo a la obligación que tienen los sujetos obligados de publicar la remuneración de todos sus servidores públicos, obligación que se encuentra establecida en el artículo 70, fracción VIII de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Como resultado de esas consultas, solamente los Estados de Aguascalientes y Colima mantienen pública dicha información concentrada en una sola base de datos, el resto de las entidades federativas publican dicha información de manera separada, de tal modo que existe una base de datos por cada una de las dependencias de la administración pública centralizadas a su cargo. De manera particular, Querétaro sí concentra esta información en una sola base de datos, sin embargo no existe precisión en el tipo de nivel de puesto.

<sup>7</sup>Es importante advertir que la información publicada por las administraciones públicas objeto de análisis, distinguen como sexos lo que teóricamente se conceptualiza como géneros, es decir, femenino y masculino. En este tenor de ideas, este estudio retoma literalmente lo publicado; sin embargo, la autora distingue la variable sexo con los valores de hombre y mujer.

SEXO DE LAS Y LOS SERVIDORES PÚBLICOS	NIVEL DEL PUESTO			TOTAL
	Directivos	Mandos medio	Operativos	
Hombres	90	563	1850	2503
Mujeres	18	224	1304	1546
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>	<b>787</b>	<b>3154</b>	<b>4049</b>

Cuadro 1. Distribución del total de las servidoras y servidores públicos adscritos a la administración pública del Estado de Aguascalientes



Gráfico A



Gráfico B

Como puede observarse, en el gobierno del Estado de Aguascalientes emplea un total de 4,049 servidoras y servidores públicos; el 61.8% son hombres (ver sumatoria de la barra azul del gráfico A y el 38.2% son mujeres (ver sumatoria de la barra roja del gráfico A. Ahora bien, al compara los datos por sexos (ver gráfico B), es evidente la siguiente situación: del total de los 2,503 hombres adscritos a la nómina de esta entidad federativa, 90 de ellos ostentan un cargo directivo (3.6%), 563 tienen un cargo de mando medio (22.5%) y 1,850 son operativos (73.9%). Por su parte, del total de las 1,546 mujeres servidoras públicas del Estado de Aguascalientes, solamente 18 de ellas ostentan un cargo directivo (1.2%), 224 tienen un puesto de mando medio (14.5%), y 1,304 son operativas (84.3%).

SEXO DE LAS Y LOS SERVIDORES PÚBLICOS	NIVEL DEL PUESTO			TOTAL
	Directivos	Mandos medio	Operativos	
Hombres	110	191	920	<b>1221</b>
Mujeres	46	156	770	<b>972</b>
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>347</b>	<b>1690</b>	<b>2193</b>

Cuadro 2. Distribución del personal adscrito a la administración pública del Estado de Colima por sexo y nivel de puesto.



Gráfico C



Gráfico D

El gobierno del Estado de Colima emplea un total de 2,193 servidoras y servidores públicos; el 55.7% son hombres (ver sumatoria de la barra azul del gráfico C) y el 44.3% son mujeres (ver sumatoria de la barra roja del gráfico C). Al revisar el comparativo de los datos por sexos (ver gráfico D), es evidente lo siguiente: del total de los 1,221 hombres adscritos a la nómina de esta entidad federativa, 110 de ellos ostentan un cargo directivo (5%), 191 tienen un cargo de mando medio (8.7%) y 920 son operativos (42%). Por otra parte, del total de las 972 mujeres servidoras públicas del Estado de Colima, solamente 46 de ellas ostentan un cargo directivo (2.1%), 156 tienen un puesto de mando medio (7.1%), y 770 son operativas (35.1%).

### Comentarios Finales

Como puede darse cuenta, en ambas administraciones públicas estatales existe una desigualdad entre el porcentaje de mujeres y hombres que cuentan con un empleo en el sector público. En el caso de Aguascalientes, casi dos terceras partes de sus servidores públicos son hombres; en contraste, en el caso de Colima esta brecha de desigualdad se reduce, pues solamente un poco más de la mitad de sus trabajadores son hombres (55.7%).

Sin embargo, al revisar los datos comparativos por tipo de nivel de puestos directivos y de mando medios ocupado por mujeres, resulta más incisiva la brecha de desigualdad entre sexos y, consecuentemente, es posible evidenciar la existencia de una discriminación estructural que permite la emergencia del “techo de cristal” que cubre a las mujeres trabajadoras en dependencias gubernamentales de los Estados de Aguascalientes y Colima.

### Resumen de resultados

- ✓ Solamente el 1.2% de mujeres servidora públicas del gobierno del Estado de Aguascalientes ocupan un puesto de nivel directivo; mientras que el 3.6% de hombres servidores públicos ocupan un puesto directivo. Esta situación refleja una brecha de desigualdad en los espacios de poder dentro de esta administración estatal, pues los hombres superan a las mujeres en poco más del doble de puestos de nivel directivo que existen en las dependencias públicas de ese gobierno.

- ✓ Por su parte, en el gobierno del Estado de Colima, solamente el 4.7% de mujeres servidoras públicas ocupan un puesto de nivel directivo; en contraste, el 9% de hombres servidores públicos ocupan un puesto directivo. Esta situación refleja nuevamente la brecha de desigualdad en los espacios de poder dentro de esta administración estatal, pues los hombres superan a las mujeres en poco menos del doble de puestos de nivel directivo que existen en las dependencias públicas de ese gobierno.
- ✓ Ahora bien, al revisar los puestos de mando medios, es posible advertir que la brecha de desigualdad entre hombres y mujeres en el acceso a este nivel de puesto es más amplia en el caso de Aguascalientes que en Colima. De este modo, se da cuenta de que en Aguascalientes, el 22.5% de los hombres servidores públicos ocupa un puesto de mando medio, mientras que solamente el 14.5% de las mujeres servidoras públicas lo hacen. En consecuencia, existe un diferencial de 8% entre ambos sexos.
- ✓ En el caso de Colima, esta brecha de desigualdad se encuentra superada, puesto que el 15.6% de los hombres servidores públicos ocupan puestos de mando medios, mientras que el 16% de mujeres servidoras públicas ocupan este mismo nivel de puesto.
- ✓ Es importante advertir que, no obstante el hallazgo anterior, es posible que en Colima exista un fenómeno de segregación ocupacional y un marcado “techo de cristal” para las mujeres trabajadoras de esa administración pública, puesto que es mayor el porcentaje de mujeres que ocupan puestos de mando medio y operativos con respecto a los hombres que se encuentran en esas mismas condiciones ocupacionales.

### Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten dar cuenta de la necesidad que existe de continuar profundizando en relación a las condiciones de índole no sólo cuantitativa, sino también cualitativa, que permiten u obstaculizan el crecimiento de brechas de desigualdad entre hombres y mujeres; particularmente, las referidas al modo en que las mujeres son segregadas de los espacios de poder y el reparto inequitativo de responsabilidades y recursos en el sector público.

El hallazgo principal de este trabajo es que permite mostrar un primer panorama cuantitativo y de acercamiento a datos que dan cuenta del modo en que se encuentran distribuidos, entre los sexos, los puestos directivos, de mandos medios y operativos en las administraciones públicas de los Estados de Aguascalientes y Colima. La evidencia presentada refiere que, a pesar de los avances que pudiesen estarse dando en el ámbito público con respecto al combate de la discriminación estructural y la desigualdad de género, aún resulta complicado para las mujeres superar el techo de cristal que les permita acceder a posiciones de alto nivel, quedándose rezagadas en puestos de dirección media u operativos.

### Referencias

Agut, S. y Martín, P. “Factores que dificultan el acceso de las mujeres a puestos de responsabilidad: una revisión teórica”. Apuntes de psicología, No. 25, volumen 2, 2007, pp.201-214. Solís, P. "Discriminación estructural y desigualdad social. Casos ilustrativos para jóvenes indígenas, mujeres y personas con discapacidad" CONAPRED, 2017.

Camarena, M. y Saavedra, M. "El techo de cristal en México" *Revista de Estudios de Género, La Ventana*, (en línea), No. 47, enero-junio de 2018, pp. 312-347. Consultada por Internet el 10 de octubre de 2018. Dirección de internet: <http://www.scielo.org.mx/pdf/laven/v5n47/1405-9436-laven-5-47-00312.pdf>

Colegio de México. “Desigualdades en México/2018”. COLMEX, 2018.

DiPrete, T. y Eirich, G. “Cumulative advantage as a mechanism for inequality: A review of theoretical and empirical developments”, en *Annual Review of Sociology*, 2006, vol. 32, p. 272 (citado por Solís, 2017).

Portal electrónico de transparencia y acceso a la información pública del Estado de Aguascalientes. Consultado el 05 de octubre de 2018 en: <http://eservicios2.aguascalientes.gob.mx/fsiscat/Vista.aspx?d=19&f=8>

Portal electrónico de transparencia y acceso a la información pública del Estado de Colima. Consultado el 05 de octubre de 2018 en: [http://www.col.gob.mx/transparencia/archivos/portal/201809100827184\\_Remuneracion-bruta-y-neta-abril-junio-2018.pdf](http://www.col.gob.mx/transparencia/archivos/portal/201809100827184_Remuneracion-bruta-y-neta-abril-junio-2018.pdf)

### Notas Biográficas

La **Dra. Lourdes Edith Pérez Vuelvas** es Doctora en Ciencias Sociales titulada por la Universidad de Colima; colaboradora en proyectos de investigación vinculados con la perspectiva de género, construcción de ciudadanía y seguridad pública; funge como servidora pública en Instituciones de Seguridad Pública.

**Apéndice**  
Tablas de valores

<b>Valores otorgados a la información publicada por el gobierno de Aguascalientes</b>		
<b>Clave o nivel del puesto publicado</b>	<b>Denominación o descripción del puesto publicado</b>	<b>Valor del nivel del puesto otorgado para fines de este estudio</b>
10A, 10B, 10C y 10D	Oficial	Operativo
20A, 20B, 20C y 20D	Auxiliar/Analista "B"	Operativo
30A y 30B	Técnico/Coordinador	Operativo
30C, 30D, 30E, 30F y 30G	Coordinador/Analista "A"	Operativo
40B y 40C	Secretario/Coordinador	Directivo
45A y 45B	Coordinador General	Directivo
50	Gobernador	Directivo
50A y 50B	Subsecretario	Directivo
60A, 60B, 60C y 60D	Director General	Directivo
70A, 70B, 70C y 70D	Coordinador de Área	Mando Medio
80A, 80B y 80C	Jefe de Departamento/Especialistas	Mando Medio
90A, 90B y 90C	Técnico	Operativo

<b>Valores otorgados a la información publicada por el gobierno de Colima</b>	
<b>Clave o nivel del puesto publicado</b>	<b>Valor del nivel del puesto otorgado para fines de este estudio</b>
Administrativo	Operativo
Directivo	Directivo
Funcionario	Directivo
Mando Medio	Mando Medio
Operativo	Operativo

# Las tesis de grado en un centro de educación superior de didáctica de las lenguas: situación actual

Dr. Hugo César Pérez y Pérez<sup>1</sup>, Dr. Anastasio Gerardo Chávez Gómez<sup>2</sup> Dra. María Luisa Trejo Sirvent<sup>3</sup>,  
Dra. María Eugenia Culebro Mandujano<sup>4</sup>, y Dr. Gabriel Llaven Coutiño<sup>5</sup>

## Resumen

**El presente trabajo muestra el resultado de una aproximación documental a las tesis de grado de una maestría en didáctica de las lenguas de un centro de posgrado en la enseñanza de lenguas en una universidad pública chiapaneca. Los resultados permiten ver de manera preliminar el estado de la cuestión de los documentos recepcionales de los egresados, en términos de los asuntos o temas tratados y los resultados alcanzados por los investigadores. Igualmente, estos logros de la investigación muestran las líneas de generación y aplicación del conocimiento en tanto orientadoras de los trabajos de tesis de grado de los egresados.**

## Introducción

El presente documento es una mirada indagadora a la cultura institucional de un centro universitario público dedicado a la enseñanza de lenguas, virtud un acercamiento a las tesis de grado presentadas por los egresados de una maestría en didáctica de las lenguas.

El documento llamado tesis es un producto cultural de dichos egresados, al mismo tiempo que representa el fruto escrito del esfuerzo final en su paso por las aulas universitarias de grado. Es en este sentido, que Andrade y Clemente (2002) señalan que las tesis son "...el producto de un largo proceso de formación en el que confluyen dimensiones sociales, culturales, académicas, administrativas y políticas de la institución..." de donde se han graduado los tesistas. En estos productos, agregan las autoras, "...se expresan ideologías, valores, saberes, experiencias, vivencias, tradiciones..." de los involucrados en dichos productos culturales, como los asesores, los asesores y los revisores del texto escrito llamado tesis.

En virtud de lo anterior, el presente trabajo de carácter exploratorio recurrió a una investigación documental, ya que se trabajó con los documentos llamadas tesis de grado

Este trabajo inquisitivo recupera la necesidad de presentar un estado de la cuestión de las tesis de grado presentadas y defendidas en un centro de posgrado en la enseñanza de lenguas en una universidad pública. De este modo, los acercamientos a las tesis de grado de referencia pueden ser de utilidad para la realización de posteriores trabajos de investigación acerca de la enseñanza-aprendizaje de lenguas.

<sup>1</sup> El Dr. Hugo César Pérez y Pérez es docente investigador de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Perfil Prodep. Ha publicado libros sobre investigación y didáctica. [hugopp15@hotmail.com](mailto:hugopp15@hotmail.com)  
(autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Gabriel Llaven Coutiño es docente investigador de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Perfil Prodep. Ha publicado libros sobre investigación y didáctica. [yaco10@yahoo.com](mailto:yaco10@yahoo.com)

<sup>3</sup> El Dr. Gerardo Chávez Gómez es docente investigador de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ha publicado en un libro colectivo sobre investigación y didáctica. [chavez\\_88@hotmail.com](mailto:chavez_88@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. María Luisa Trejo Sirvent es docente investigadora de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Perfil Prodep y Miembro del SNI. Ha publicado libros sobre investigación, didáctica, y poesía. [marisatrejosirvent@hotmail.com](mailto:marisatrejosirvent@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. María Eugenia Culebro Mandujano es docente investigadora de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Perfil Prodep. Ha publicado libros sobre investigación y didáctica. [maru.culebro@gmail.com](mailto:maru.culebro@gmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Gabriel Llaven Coutiño es docente investigador de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Perfil Prodep. Ha publicado libros sobre investigación y didáctica. [yaco10@yahoo.com](mailto:yaco10@yahoo.com)

<sup>5</sup> El Dr. Gerardo Chávez Gómez es docente investigador de la Facultad de Lenguas, Campus Tuxtla de la UNACH, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ha publicado en un libro colectivo sobre investigación y didáctica. [chavez\\_88@hotmail.com](mailto:chavez_88@hotmail.com)

### Marco conceptual

Para los propósitos de la presente investigación conceptualizamos, con apoyo autoral, los principales conceptos que aparecen a lo largo del presente trabajo. Lo anterior, a fin de unificar criterios en lo referente a lo que se deberá entender cada vez que se haga mención de conceptos como institución, producto cultural, cultura institucional, y tesis de grado. Ahora bien, entendemos una institución, a la manera de Cruz (2000), como un constructo, y no como un sistema acabado. En este sentido, una institución deviene en un escenario de interacciones sociales en constante construcción por los actores que se integran en dicho escenario, mismos que juegan un papel muy importante en la construcción de institución. Una institución, señala la autora referida, “es una construcción permanente a cargo de los individuos que la integran, los actores, entendida así en el marco de una racionalidad relativa.” (*Online*)

Y agrega:

La institución es un producto, en el que los individuos cuentan, pesan fundamentalmente, reconociéndoles el poder que naturalmente tienen, como seres pensantes y activos, con voluntad, sentimientos, emociones, creencias y convicciones. La organización no es el producto de un diseño acabado, sino que ella es un marco en el que los individuos y los grupos se modifican unos a otros, y recrean la institución. No la determina la racionalidad del diseño sino, fundamentalmente, su dinámica (*Online*).

Por su parte, Domingo (2000) señala que “Se entiende como cultura institucional a un sistema de significados compartidos por todos los miembros de una organización; la percepción común de todos los miembros de la organización.” (*Online*)

El mismo autor dice que la cultura de una institución es la que permite que sus integrantes comprendan de forma común cual es la conducta apropiada que se espera dentro de la institución. “Son las reglas y lineamientos que indican a los miembros cómo participar, qué hacer y qué no hacer” (*Online*)

Blake, Mouton y McCanse (citados por Domingo, 2000) manifiestan que

Muchos que están trabajando actualmente en una institución que ha tenido permanencia en el tiempo, pueden estar pensando que su institución no tiene cultura institucional. Para descubrir cuál es la cultura, se llega a tener una primera aproximación preguntándose cuáles son las reglas de juego de esta institución y puede ser que uno se encuentre con una cultura disfuncional implícita, no explícita. Un ejemplo claro de cultura institucional disfuncional es la empresa pública, que, aunque no premia, tolera el anti-valor del menor esfuerzo, las aceitadas o coimas (la corrupción), la inercia, la burocracia, etc. (*Online*)

Una definición propia de producto cultural podría ser la de que es todo lo hecho por el hombre (*homo faber*). Entendiéndose de este modo como todo objeto material. Sin embargo, y en concordancia con Luengo (2008) “Además de significar lo fáctico, un producto cultural puede incorporar una serie de componentes inmateriales, ideas, valores o afectos que interpelan al conocimiento de quienes se hallan implicados en su producción y consumo.” (p.326)

La autora es clara cuando agrega que

A falta de poder establecer un límite neto, la categoría de producto cultural se ajusta mejor –según veremos– a la naturaleza de una noticia popular que otra cualquiera, pues contempla estas dos dimensiones: la material y la cultural, la de producto o arte-facto, “cosa hecha”, con objeto de satisfacer unos significados socioculturales determinados exigidos por su producción y consumo sociales, y la de objeto cultural que, por su parte, se destina al enriquecimiento humano de la sociedad. (pp.322-323)

Estamos en concordancia con Valdez, García, Lorandi *et al* (2010) cuando indican que la tesis de grado

Se caracteriza por ser una investigación que profundiza en un campo de conocimiento o lo presenta en una forma novedosa y crítica. Debe ser producto personal, representar un aporte valioso para la materia y demostrar autonomía de criterio intelectual y científico, capacidad crítica, analítica, constructiva en un contexto sistémico y el dominio teórico y metodológico de los diseños de investigación propios de la materia.

### Planteamiento del problema

El valor de las tesis de grado presentadas para la obtención del grado de maestro en didáctica de las lenguas queda destacado una vez que las mismas son productos escritos que plantean diferentes y variados asuntos relacionados con la profesionalización de la enseñanza-aprendizaje de lenguas. En estas condiciones, la indagación de un estado de la cuestión de dichas tesis se manifiesta como apropiada, en virtud de que las mismas son productos finales de los egresados que contiene información sobre diversos y variados asuntos de utilidad para todos los interesados en la temática de la enseñanza-aprendizaje de lenguas. La difusión del conocimiento alojado en las tesis referidas deviene en una obligación que se ubica dentro de los menesteres sustantivos de toda Universidad, de conformidad a la normatividad respectiva. De este modo, dicha difusión podría permitir que la comunidad universitaria utilizara en la práctica los hallazgos reportados, o que futuros trabajos de investigación pudieran

concebirse a partir de los mismos. No obstante, cabe señalar que en el centro universitario de posgrado en donde se realizó esta investigación no existen trabajos indagatorios al respecto, es decir, no se han realizado investigaciones que recuperen el cúmulo de conocimientos que se encuentran en las tesis de grado de referencia.

#### Descripción del Método

La presente investigación es de tipo exploratorio, ya que de acuerdo a lo que establece Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010) esta clase de estudios permiten aproximarnos a fenómenos desconocidos. Lo anterior, con el fin de aumentar el grado de familiaridad acerca de dichos fenómenos, y contribuir con ideas respecto a la forma de abordar ciertos aspectos de investigación en particular. Igualmente, se caracterizan por ser más flexibles en su metodología, son más amplios, y se orientan hacia el descubrimiento y muestra de situaciones útiles para posteriores investigaciones.

El trabajo investigativo incluyó una investigación documental, que es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos, como libros, revistas, periódicos, memorias, tesis, anuarios, registros, códigos, constituciones, etcétera (Zorrilla, 2000). En este tenor, el objetivo general de la presente labor inquisitiva fue presentar un estado de la cuestión de las tesis realizadas para obtener el grado de maestro en didáctica de lenguas en un centro universitario público de posgrado. En virtud de lo anterior, se realizó una investigación sobre los documentos llamados tesis que se presentaron como trabajo recepcional por los egresados del centro de posgrado de referencia. La información obtenida mediante la consulta correspondiente fue clasificada en aspectos que permitieron delinear categorías temáticas, así como las líneas de generación y aplicación del conocimiento.

#### Comentarios Finales

##### Resumen de resultados

Se realizó el análisis de 12 tesis para obtener el grado de maestro en didáctica de las lenguas en un centro universitario de posgrado de carácter público; todos los productos escritos fueron elaborados de forma individual por los maestrantes durante los años 2016 y 2017. Dichos documentos muestran resultados de dos líneas de generación y aplicación del conocimiento: didáctica de las lenguas, y lengua-cultura y educación. Todos los productos escritos elaborados por los investigadores maestrantes fueron de carácter cualitativo, y se ubicaron dentro de los marcos de la investigación-acción.

Los descriptores usados en los nombres de las tesis, mismos que permitieron identificar las líneas de aplicación del conocimiento fueron:

• práctica educativa
• actividades lúdicas
• socio-afectividad
• estrategias de enseñanza
• uso de material auténtico
• habilidades de la lengua
• enfoques en la enseñanza de lenguas
• interculturalidad
• segundas lenguas
• diseño curricular
• inteligencias múltiples
• diseño de materiales
• nuevas tecnologías
• la competencia sociocultural.

Las categorías temáticas que fueron trabajadas en los documentos recepcionales de referencia fueron:

• la enseñanza, aprendizaje y adquisición de las lenguas
• la competencia comunicativa
• los enfoques metodológicos
• las estrategias de enseñanza
• las prácticas de aula

• los materiales didácticos
• los nuevos enfoques educativos

### Conclusiones

- 1.- Las conclusiones a las que llegamos se relacionan con nuestro objetivo general, por lo que podemos señalar que conseguimos presentar un estado de la cuestión de las tesis de posgrado elaboradas por los egresados de un centro universitario de posgrado de carácter público, a nivel de los objetivos de la presente investigación.
- 2.- Se identificaron las líneas de generación y aplicación del conocimiento de las tesis analizadas, siendo estas: didáctica de las lenguas, y lengua-cultura y educación.
- 3.- Se identificaron las temáticas trabajadas en las tesis de grado que fueron objeto de análisis en este proceso inquisitivo, mismas que fueron: la enseñanza, aprendizaje y adquisición de las lenguas, la competencia comunicativa, los enfoques metodológicos las estrategias de enseñanza, las prácticas de aula, los materiales didácticos, y los nuevos enfoques educativos.
- 4.- Nuevos trabajos de investigación sobre la construcción metodológica, por ejemplo, de las tesis de grado en el centro universitario de posgrado en el que se realizó la presente investigación podrían llevarse a cabo, a partir de la presente investigación.

### Referencias

- Alvarez, J. (2000). Metodología de la Investigación documental. México: Edamex.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación, 5ª edición. México: McGraw Hill.
- Cruz, R. (2000). Cultura institucional: aspectos y estrategias a trabajar. recuperado de:  
[https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/11520/1/cuad8\\_cap4.pdf](https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/11520/1/cuad8_cap4.pdf)  
<https://www.ort.edu.uy/buscador?cx=002836471727207316002%3A6ivfza0gyvs&cof=FORID%3A11&ie=UTF-8&oe=ISO-8859-1&q=Cruz+Cultura+Institucional>
- Domingo, J. (2000). Cultura institucional: una perspectiva para comprender qué sucede dentro de la organización y con su gente. *Revista Ciencia y Cultura*, (8), 101-106. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-33232000000200011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33232000000200011&lng=es&tlng=es).
- Luengo, M. (2008). El producto cultural: claves epistemológicas de su estudio. *Zer-Revista de Estudios de comunicación*, Vol. 13 – Núm. 24 . Recuperado de:<http://www.ehu.es/ojs/index.php/Zer/article/view/3630/3262>
- Valdez, T., García, A., Lorandi, A., et al. Guía para la elaboración de las tesis de grado. Recuperado de:  
<https://www.uv.mx/veracruz/insting/files/2013/02/propuesta-de-tesis-final.pdf>

# ENSEÑAR POR COMPETENCIA: UNA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

Dra. Elizabeth Perry Cruz<sup>1</sup>, Dra. Carmelina Ruiz Alarcón<sup>2</sup>,  
Mtro. Timoteo Rivera Vicencio<sup>3</sup> y Mtra. Eva del Carmen Arteaga Maldonado<sup>4</sup>

**Resumen-** Desde siempre la educación ha sido uno de las preocupaciones que ha llevado a los especialistas y responsables de la misma, a realizar propuestas y hacer cambios en busca de una educación de calidad. A lo largo de la historia se han implementado diversos modelos que se espera sean favorables a todos los ciudadanos mexicanos, sean estos de áreas indígenas, rurales o urbanas. Está claro que los problemas continúan y que, en este momento en algunos espacios los procesos de enseñanza-aprendizaje siguen siendo tradicionales, los métodos y técnicas que en otro tiempo funcionaron, prevalecen en las escuelas, aunque el contexto actual no sea el mismo. Este documento expone la enseñanza por competencias, propuesto para lograr cambios favorables en la educación, así como el por qué la necesidad de que este propósito se alcance.

**Palabras clave-** Educación, innovación, competencias, reformas educativas, sistema educativo.

## Introducción

La vida social y humana, están inevitablemente ligadas al tiempo. Si nos ocupamos de la sociedad las condiciones obviamente no son distintas, en cada ocasión, se dan cambios en todos los aspectos: político, culturales, económicos, y desde luego educativo, con frecuencia muy notables.

En la actualidad, las necesidades de aprendizaje se relacionan con la capacidad de reflexión y el análisis crítico; el ejercicio de los derechos civiles y democráticos; la producción y el intercambio de conocimientos a través de diversos medios; el cuidado de la salud y del ambiente, así como con la participación en un mundo laboral cada vez más versátil.

Esto en sí mismo obliga a reorientar las acciones del sistema educativo, ya que al no contar con un diagnóstico que fundamente las propuestas educativas, los esfuerzos por lograr una retroalimentación sobre los procesos educativos quedan, en el mejor de los casos, en buenas intenciones.

En el contexto global, se han instrumentado reformas educativas dirigidas a alcanzar los niveles altos de desarrollo humano, científico y tecnológico que caracterizan a las sociedades del conocimiento.

Especialmente, las reformas educativas han permitido orientar la educación hacia un contexto demandante de ciudadanos informados y competentes. Palabras más, palabras menos, lo cierto es que, en la educación desde hace poco tiempo, se está apostando por el enfoque de “competencias”, en la que las habilidades y las destrezas son dos conceptos que resaltan en función de que es lo que se promueve en los estudiantes para hablar de competencias.

Aprender y enseñar competencias es hoy día la estrategia que se impulsa para ofrecer una educación integral, formar ciudadanos responsables que participen de manera productiva y competitiva en el mercado laboral pero también que sean capaces de responder a las situaciones que surjan en su vida diaria.

Las competencias han resultado ser un concepto de estudio para muchos involucrados en la educación, pero a pesar de ese interés siguen presentes las dudas, las inconformidades y las críticas a un enfoque que no garantiza que su utilización produzca el aprendizaje esperado en los estudiantes. Dicho enfoque ha sido muy criticado, por sus posturas filosófica y pedagógica, a pesar de todo se ha extendido su presencia a todos los niveles educativos con el afán de elevar la calidad de la educación al mismo tiempo que contribuyan al desarrollo del país.

La educación está vinculada a las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), las cuales juegan un papel importante si no es que fundamental para el propósito que la educación persigue; no hay que olvidar que una de sus metas es la formación de los estudiantes para que participe competitivamente en el mercado laboral, por lo tanto; no se puede permanecer ajeno a los cambios sociales y mucho menos ser un inadaptado social ante una necesidad.

<sup>1</sup> Elizabeth Perry Cruz. Desarrolla la línea de promoción de las culturas nativas del sur de Veracruz. Profesora de Trabajo Social en la Universidad Veracruzana, Minatitlán, Veracruz, México; eperry@uv.mx

<sup>2</sup> La Dra. Carmelina Ruiz Alarcón es internacionalista y economista, Profesora de la Facultad de Trabajo Social en la Universidad Veracruzana, Minatitlán, Veracruz, México; carmeruiz@uv.mx El Mtro. Timoteo Rivera Vicencio es Profesor de Trabajo Social y Líder del CA “Estudios sobre políticas sociales y calidad de vida” en la Universidad Veracruzana, Minatitlán, Veracruz, México; trivera@uv.mx

<sup>3</sup> El Mtro. Timoteo Rivera Vicencio es Profesor de Trabajo Social y Líder del CA “Estudios sobre políticas sociales y calidad de vida” en la Universidad Veracruzana, Minatitlán, Veracruz, México; trivera@uv.mx

<sup>4</sup> La Mtra. Eva del Carmen Arteaga Maldonado. Desarrolla la línea de Migración, es Profesora de la Facultad de Trabajo Social en la Universidad Veracruzana, Minatitlán, Veracruz, México; earteaga@uv.mx

La educación, Las tecnologías de la información y las competencias han establecido una relación estrecha que fortalece la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes de esta manera se responde a una demanda de sujetos mejor formados y preparados en el uso de las nuevas tecnologías, con la capacidad de saber, decidir y actuar acertadamente.

### **Funcionalidad del Sistema Educativo**

La educación sigue siendo un tema polémico, tanto en los procesos de enseñanza como de aprendizaje, pero aun cuando muchos intentan tener la respuesta a las necesidades de este contexto, las necesidades siguen percibiéndose a través de las acciones de los sujetos cuando tienen que actuar ante situaciones que corresponden a su realidad.

La educación como tal ha tomado a lo largo de la historia objetivos diversos dependiendo de los espacios y de las metas que su función aplica; tal propósito ha suscitado que la educación sea vista en algunos lugares como una prioridad y en otros como un instrumento que permite a organismos e instituciones establecer un orden social. Brunet y Belzunegui (2003) señalan que “El sistema...educativo encuentra su fundamento en el orden social, como sistema de clasificación, jerarquización y valoración de los individuos”.

A través del sistema educativo se han logrado y/o limitado grandes cambios sociales, este último ha tenido más peso dado que estas limitaciones se ven reflejadas en otras áreas, que hablan de una nación con una educación deficiente. Esta no son rasgos que caracterizan e identifican a algunos países, es una verdad que está presente en todos los espacios del mundo, algunos más que otros, pero sin lugar a dudas sigue siendo una problemática que demanda atención especializada. Álvarez Méndez Citado por Gimeno Sacristán, J (Comp.) (2008), afirma que “Se siente la urgencia de mejorar los sistemas educativos”.

Hay grupos que ven al sistema como algo positivo y otros como algo negativo que más que favorecer al hombre lo mecaniza llevándolo a realizar automáticamente acciones que están lejos de ser el producto de un proceso racional realizado por el mismo individuo, aunque de antemano se sabe que para muchos gobiernos no es conveniente una educación en la que el estudiante sea capaz de reflexionar y hacer conciencia de lo que implican sus acciones, que asuma que tal acción es producto de un proceso del pensamiento. El mismo autor refiere que Pérez afirma que “Saber actuar requiere saber pensar, la actuación es adaptativa, creativa, por tanto, cambiante y requiere reflexión, conocimiento, capacidad tanto como voluntad, deseo y sentido”

El hombre no puede actuar ante las situaciones diarias con base a un conocimiento adquirido sin un proceso implícito de análisis que le permita al individuo situarse en su realidad y responder esperando acertar, sino responder seguro y consciente de que lo propuesto es lo que orienta a la solución de los problemas. Ruiz (2001) menciona que “El sistema educativo tiene la misión general de formar al hombre para la vida, a través del involucramiento en la realidad que trasciende las fronteras de la institución educativa; formarlo para la vida, de manera tal que pueda participar activa y creadoramente en las transformaciones y mejoras de la sociedad”

Lograr que un sujeto sea capaz de actuar bajo esas condiciones requiere la complicidad de las instituciones, docentes y estudiantes con el firme propósito de una formación integral que permita a los individuos realizar acciones en su propio beneficio y en el de la sociedad, lo que tendría recompensa en todos los aspectos que conforman su ámbito de vida.

El sistema educativo propone lo que desde su perspectiva considera pertinente y necesario, ya sea para que haya un cambio o bien para que permanezca como está; todo va en función de los intereses que tenga. Al respecto sería conveniente que el sistema educativo basara esa propuesta en un conocimiento resultado de una evaluación la cual pudiera indicarle cuales son las necesidades que tienen prioridad. La misma autora refiere “El hablar de solución de problema tiene un sentido amplio que no alude solamente a resolverlos sino a la capacidad de detectarlos, formularlos, identificarlos, analizarlos, resolverlos y analizar sus soluciones”

Los que proponen nuevas estrategias para aprender y enseñar, aún no están en condiciones de ser objetivos; siguen anteponiendo otros intereses, dejando al final lo que debería ser primordial; formar estudiantes autónomos, lo suficientemente capaz de solucionar sus problemas y actuar en cualquiera que sea el contexto en el que se desenvuelva, así mismo indica que “Dado que los alumnos tienen capacidades, estilos y necesidades diferentes, se debe partir de diagnósticos potencializadores que permitan ubicarlos en altos, medios y bajo nivel de desarrollo y así poder planificar los niveles de ayuda que requieran para transitar de un nivel a otro”

El punto central es lograr no sólo la aprehensión de un conjunto de conocimientos por el alumno, sino más bien que este muestre la concreción de una formación que permita adquirir, organizar y aplicar saberes de diverso orden y complejidad creciente; la enseñanza para el logro de tal fin es de carácter formativa y ya no informativa. Esto no significa que entre ambas haya una separación y que no sea posible establecer una enseñanza en función de una educación integral.

Al respecto las reformas educativas han permitido orientar la educación hacia un contexto demandante de ciudadanos informados y competentes, objetivo que está representando un reto. La educación no es algo que se

adquiere de la noche a la mañana, es parte de un proceso que obliga a ir apostando a nuevas estrategias educativas. Desafortunadamente en palabras de Jurjo citado por Gimeno (2008) “cada reforma se acostumbra a llevar a cabo sin el bagaje de estudios suficientes e investigaciones que traten de diagnosticar que es lo que realmente no funciona y lo que merece la pena preservarse en el sistema educativo”

### **Aprender y Enseñar por Competencias**

Actualmente se propone aprender y enseñar por competencias, conceptualización del concepto que hay que delimitar y deshebrar de tal manera que su uso pueda llevar hacia donde la educación propone; salir de lo tradicional e innovar en beneficio del mismo hombre. Definitivamente hay que unificar el sentido de aprender y enseñar competencias, para evitar caer en contradicciones en la que el estudiante es quien resulta más afectado.

No es que el término de “competencia” sea nuevo, en realidad se trata de un concepto que toma un significado práctico en los campos en las que los sujetos desarrollan habilidades y destrezas, realizan acciones creativas y transforman aquello que consideran pertinente modificar, Skills citado por Gimeno (2008) refiere que “Las competencias se están proponiendo como un nuevo lenguaje, tratando de sugerir e imponer un significado que no había tenido en el lenguaje común ni tampoco en el especializado; donde tenía y sigue teniendo, el sentido de habilidad, dotación y destreza.”

Se está apostando con esta estrategia a un cambio que muestre indicadores favorables en los procesos educativos, ir más allá del conocimiento; saber desenvolverse en los diferentes contextos en los que la vida coloca a los sujetos y donde las situaciones que surgen obligan a aplicar los conocimientos adquiridos y ser competente. En palabras de Ruiz (2001) “La competencia en sentido general se refiere a la capacidad para usar el conocimiento.” OCDE (2002) citado por Zabala y Arnau (2007) define las competencias como “la habilidad de cumplir con éxito las exigencias complejas, mediante la movilización de los prerrequisitos psicosociales. De modo que se enfatizan los resultados que el individuo consigue a través de la acción, selección o forma de comportarse según las exigencias.”

Cabe mencionar que la definición de la OCDE es una de las muchas definiciones porque, así como estas han surgido tantas que han dado pie a múltiples interpretaciones y por ende aplicaciones de las competencias que varían según el contexto, y no es que estén equivocados, solo que su interpretación está determinada por los fines que persiguen al proponer aprendizajes por competencias. Gimeno (2008) afirma que:

“El discurso acerca del concepto de competencia... se ha cargado de significado en diferentes ámbitos de discurso, de prácticas y acciones que le prestan al término significados singulares, distintos según los contextos, de suerte que lo convierten en equívoco e interpretable. Esto implica que, al utilizar ese concepto pretendidamente nuevo, no podamos sustraernos de las tradiciones de su uso, las cuales han sido variadas y con una función discutida hoy en día.”

Actualmente; son muchos los autores que analizan el concepto de competencia o bien la forma en la que se aplica en los ámbitos educativos, llegando a cuestionar o proponer sobre lo que debe ser considerado una competencia en el alumno. El mismo autor dice que “La competencia es una cualidad que no solo se tiene o se adquiere, sino que se muestra y se demuestra, que es operativa para responder a demandas que en un determinado momento pueden hacerse a quienes la poseen”

Hasta el momento no hay una interpretación única de lo que implica el concepto competencia, por lo que es comprensible que los docentes y estudiantes le den un sentido en dos vertientes; por una parte, prevalece lo teórico y por otra lo práctico, lo que en términos de resultados no sean los esperados.

Esta situación es perceptible en los procesos de enseñanza, cuando se considera que lo más importante es que el estudiante adquiera conocimientos, dando prioridad a lo teórico y delegando menor valor a la práctica, que es la que demostraría la capacidad del estudiante en la resolución de problemas. Zabala y Arnau (2007) señalan que en el ámbito de la educación escolar: “Han dado lugar a una educación que ha priorizado los conocimientos sobre su capacidad para ser aplicados en la práctica, a pesar de las declaraciones explícitas defendiendo una enseñanza basada en la formación integral”

En el caso del ámbito educativo, una formación integral basada en competencias es lo que actualmente se busca; la educación va más allá de lo que teóricamente se explica, de ahí que surja un rechazo a los métodos tradicionales utilizados en la educación, Pérez citado por Gimeno (2008) menciona que “No basta con transmitir conocimiento y desarrollar habilidades que en la mayoría de las ocasiones solo sirven para pasar los exámenes, la finalidad actual de la educación debe ser más holística, útil y relevante: formar competencias de reflexión y actuación racional, eficaz autónoma y con sentido.”

Con todo y que se ha promocionado el trabajo por competencias las innovaciones educativas siguen siendo un tema que no es muy aceptado por los docentes de las instituciones educativas, no es fácil dejar a un lado una forma de trabajar e iniciar con un nuevo método aun cuando en algunas escuelas esta forma de trabajo es obligatorio.

Sin embargo, saber que la evaluación estará en función del alcance de los contenidos y en una evaluación de los mismo, reflejados en un examen estandarizado, representa una limitante para el docente en relación a ser innovador, cuando tal vez esta acción requiera salir del salón, ir al campo y estar en contacto con un contexto real, lo

que algunas instituciones no autorizan. Bautista Citado en Gimeno (2008) señala que “Pareciera que las escuelas aun no hubiesen asumido en la práctica su función de formadoras de ciudadanos y siguieran ancladas en la de transmisoras de conocimiento.”

Los exámenes estandarizados siguen siendo uno de los métodos más tradicionalistas empleados por los diversos organismos encargados de medir el aprendizaje desarrollado por los estudiantes, ante lo que las escuelas, profesores y el mismo estudiante opta por dar prioridad al aprendizaje de los contenidos que llegado el momento determinarán si hubo o no un proceso de enseñanza aprendizaje, el cual está muy lejos de ser lo que se pretende con las competencias, Gimeno (2008) dice “La enseñanza y el aprendizaje han de enfocarse a descubrir los modos habituales de interpretar de los estudiantes en los ámbitos de la realidad que nos ocupen, y ayudarlos a cuestionar, enriquecer, ampliar y reconstruir dichos modos de interpretar”

En este sentido hay que destacar que urge un diagnóstico que caracterice y describa cada uno de los problemas existentes en los diferentes niveles educativos y contextos sociales. Es cada vez más necesario y también cada vez más lejano, que los organismos que se atribuyen esta función consideran otros aspectos que definitivamente no son los que necesitan los ciudadanos.

Los resultados proporcionados por exámenes estandarizados no reflejan la situación real que vive el ámbito educativo, urge tomar como referencia un diagnóstico para hacer propuestas educativas, que formaría ciudadanos y evitaría gastos excesivos.

Se proponen diversas estrategias para combatir los fracasos del sistema educativo, pero aun cuando hay propuestas que tienen esa intención, la realidad es que los problemas persisten, y es que cuando se hacen propuestas es por todos sabido que no están fundamentadas en una investigación que exprese conocimiento real de las situaciones que en la educación se presentan.

Sin embargo, estos fracasos son atribuidos al sistema educativo que es quien hace las propuestas estratégicas, pero recordemos que no es el único que interviene en los procesos educativos.

El profesor representa un factor básico en los aprendizajes del estudiante, es su capacidad de enseñar y guiar al estudiante lo que hace que se cumpla lo propuesto por la educación, por lo que, así como se propone desarrollar competencias en el alumno es necesario que el docente reciba un entrenamiento que le permita hablar y fomentar algo que él ya posee. Angulo citado por Gimeno (2008) señala que “La actividad o metodología del entrenamiento requiere justamente conocer de antemano que se ha de adquirir, aprender o dominar; sería imposible entrenar a alguien con cierto sentido si no se conoce lo que se querría lograr.”

Si las propuestas educativas no involucran desde un principio al profesor instruyéndolo, capacitándolo, adiestrándolo en este caso en el trabajo por competencias es posible que nuevamente estemos ante un futuro fracaso de los fines perseguidos por el sistema educativo. Ruiz (2001) refiere “El agente fundamental de cambio para lograr estos fines es el maestro y que éste responda a todo un proceso histórico de formación de formadores que requiere de repensar las acciones de formación permanente que pueden contribuir a lograr aprendizajes significativos en los maestros...”

El docente como agente social de los procesos educativos tiene una responsabilidad muy grande, que implica cambiar una forma de enseñar a la cual está arraigado y es que no solo se trata de adoptar un nuevo método de enseñanza sino de cambiar mentalmente conceptos e interpretaciones que han sido utilizados bajo otros parámetros.

### Bibliografía

Alvarez Mendez, Juan Manuel. “Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en competencias,” Citado en Gimeno Sacristán, J (Comp.). “Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?,” Ediciones Morata, Madrid, 2008.

Brunet Icart, Ignasi y Belzunegui Eraso Angel Gabriel. “Flexibilidad y formación. Una crítica sociológica al discurso de las competencias,” Editorial Icaria, España 2003.

Carbonell, Jaume. “La aventura de innovar. El cambio en la escuela, Ediciones Morata, S. L. 2002.

Díaz Barriga, A. “La profesión Universitaria en el Contexto de la modernización,” México, 2005.

Díaz Barriga, Ángel. “*El profesor de educación superior* frente a las demandas de los nuevos debates educativos,” vol. XXVII, núm. 108, 2005

Gadotti, Moacir y colaboradores. “Perspectivas actuales de la educación,” Editorial Siglo XXI, Argentina, 2003.

Gimeno Sacristán, J. (Comp.). “Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?,” Ediciones Morata, Madrid, 2008.

Martínez Rodríguez, Juan Bautista. “La ciudadanía se Convierte en competencia,” Citado en Gimeno Sacristán, J (Comp.). “Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?,” Ediciones Morata, Madrid, 2008.

Pérez Gómez, Ángel. “¿Competencias o pensamiento práctico?” Citado en Gimeno Sacristán, J (Comp.). “Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?” Ediciones Morata, Madrid, 2008.

Ruiz Iglesias, Magalys. “Profesionales Competentes: Una respuesta educativa” Instituto Politécnico Nacional. México, D.F., 2001.

Torres Santomé, Jurjo. “Obviando el debate sobre la cultura en el sistema educativo: Como ser competente sin conocimientos,” Citado en Gimeno Sacristán, J (Comp.). “Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?” Ediciones Morata, Madrid, 2008.

UNESCO. “Estándares de competencia en Tics para docentes,” Londres, 2008.

Zabala, Antoni y Arnau Laia. “11 Ideas Clave. Cómo aprender y enseñar competencias,” 3. Ed. Graó., Barcelona, 2007.

# HERRAMIENTA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE EVENTOS DEL FIDEICOMISO CENTRO INTERNACIONAL ACAPULCO

Ing. Ernesto Pilo Reyes<sup>1</sup>, M.T.I. Juan Miguel Hernández Bravo<sup>2</sup>,  
Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>3</sup> y M.C. Jose Francisco Gazga Portillo<sup>4</sup>

**Resumen**— El fideicomiso centro internacional Acapulco, usa un programa llamado CIANET para llevar un control de las reuniones, mesas de trabajo, conciertos y exposiciones, el programa es obsoleto y la empresa tiene nuevas necesidades que el software CIANET no satisface, por lo cual se desarrolla un nuevo programa para generar contratos desde la apertura de la cotización hasta la firma del contrato, generar reportes del departamento de ventas e insertar información en la base de datos del Saacg.net (Software gubernamental para reportar la contabilidad) desde el nuevo programa, esto permite la captura de datos en el nuevo software y migrar la información a la base de datos del saacg.net. Esto ayuda a disminuir 20% el tiempo invertido por el personal de ventas y reducir 30% el del personal de contabilidad. El fideicomiso centro internacional Acapulco, está obligado a presentar la información de sus trabajos, mediante los reportes del Saacg.net.

**Palabras clave**—Software, web, herramienta, Saacg.net.

## INTRODUCCIÓN.

En el año 2006 el Fideicomiso Centro Internacional Acapulco compró un software comercial para la administración de eventos llamado CONSYSTE, dejaron de usar este software debido a que no tenían soporte técnico en caso de que necesitaran resolver una duda en la manipulación de los módulos del programa, tampoco podían modificar los módulos para acoplarse al método de trabajo para realizar los eventos en el Fideicomiso Centro Internacional Acapulco. En el año 2010 contrataron un ingeniero en sistemas computacionales, del cual no se tiene conocimiento por parte de los trabajadores actuales de la empresa, el motivo de su contratación fue la de crear un software para la administración de eventos del Fideicomiso Centro Internacional Acapulco, creó el programa llamado CIANET el cual es el primer programa que usaron para llevar el manejo de sus eventos de manera más adecuada y acoplada a sus necesidades, y es el programa que actualmente utilizan. Sin embargo, El fideicomiso centro internacional Acapulco necesita modificar algunos detalles en el método de trabajo, y necesita actualizar información en los módulos del programa, pero no cuentan con el apoyo del ingeniero que contrataron para crear el programa, y no cuentan con permiso o acceso al código del programa para realizar modificaciones, por tanto, prefieren optar por crear un nuevo software.

Desde el año 2015 se ha planteado la idea de adquirir un nuevo software para realizar sus trabajos de administración de eventos, sin embargo, por falta de recursos, no se ha invertido en ninguna de las opciones del mercado.

Otra razón más por la cual no adquieran otro software, es por la falta de conocimiento que tienen sobre los programas que se manejan en el mercado, y el software que podría solucionar sus problemas, no se acoplan completamente a las necesidades que desean solucionar.

La presente investigación concierne al Fideicomiso Centro Internacional Acapulco el cual cuenta actualmente con un software para la elaboración de notas informativas, órdenes de trabajo para el personal del centro de convenciones; realizar presupuestos y contratos para los clientes. Sin embargo, es un software al cual no tienen permisos para realizar modificaciones y agregar algunos módulos con los cuales no cuenta en la actualidad, pero que son necesarios para poder realizar el trabajo de una manera rápida y de acuerdo a las necesidades de sus clientes, sin mencionar que no tienen una manera de llevar automáticamente la información generada en este software a la nueva plataforma que están obligados a usar.

Todos los documentos generados dentro del software que manejan actualmente no llevan una continuidad, por lo cual, cuando se realiza una cotización, se tiene que realizar el mismo procedimiento y agregar más datos cuando se genera una factura, en donde manualmente se tiene que especificar a cuál cotización se están refiriendo al momento de la captura. El detalle más importante que se desea optimizar es que el software además de que cumpla con sus necesidades, se acople al software (Saacg.Net) el cual están obligados a usar para presentar su información.

<sup>1</sup> Ing. Ernesto Pilo Reyes es Estudiante de Maestría en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, [pilo.ernesto@hotmail.com](mailto:pilo.ernesto@hotmail.com)

<sup>2</sup> M.T.I. Juan Miguel Hernández Bravo, Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, [jmhernan@yahoo.com](mailto:jmhernan@yahoo.com)

<sup>3</sup> Dr. Eduardo de la Cruz Gámez, Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, [gamezeduardo@yahoo.com](mailto:gamezeduardo@yahoo.com)

<sup>4</sup> M.C. José Francisco Gazga Portillo, Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, [ita.gazga@gmail.com](mailto:ita.gazga@gmail.com)

### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.

Para el desarrollo de la aplicación, tomamos en cuenta una visión global del sistema a desarrollar, en la figura 1 se muestra el modelo de negocios del programa, en él se describen los procesos y seguimiento que se lleva a cabo dentro del programa.

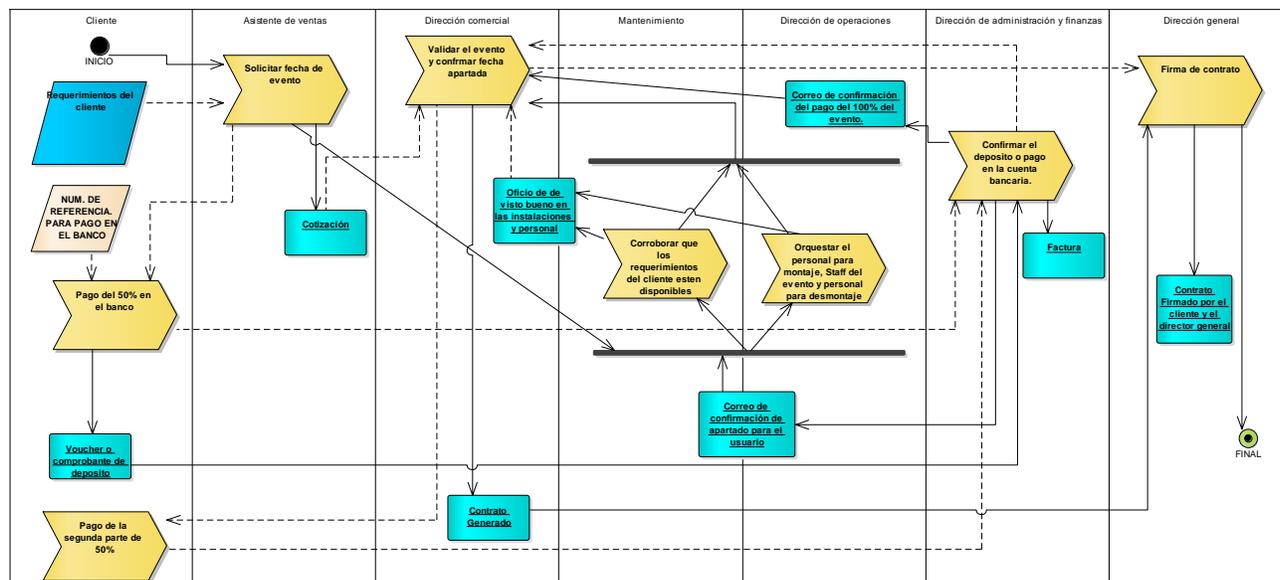


Figura 1. Modelado de negocios.

Descripción de los procesos del modelado de negocios:  
 Requerimientos del cliente: El cliente solicita el salón para rentar, y los requerimientos como:

- Sillas.
- Mesas.
- Personal de seguridad.
- Plantas decorativas.
- Sistema de audio.
- Sistema de video. y proyección.
- Tipo de montaje.
- Días de pruebas y ensayos con o sin aire acondicionado.

#### Pago del 50% en el banco

- 1.- Para confirmar la realización del evento, el cliente debe de realizar el pago del 50% en el banco.
- 2.- El banco expedirá un voucher, comprobante de depósito o comprobante de transferencia monetaria a la cuenta del Fideicomiso Centro Internacional Acapulco.
- 3.- El cliente debe de proporcionar el comprobante de depósito al departamento de dirección de administración.

#### Corroborar que los requerimientos del cliente estén disponibles:

- 1.- Se encargan de corroborar que todos los requerimientos puedan ser cumplidos.
- De no ser posible, mediante un oficio, se informará de la situación, y detalles con los que se tenga inconveniente.  
 Orquestar el personal para montaje, Staff del evento y personal para desmontaje: Orquestar el personal para montaje, Staff del evento y personal para desmontaje

#### Confirmar el depósito o pago en la cuenta bancaria:

- 1.- Cuando el cliente realizar el depósito del 50%. Dirección de administración y finanzas envía un correo de

confirmación a los departamentos de mantenimiento y dirección de operaciones para dar seguimiento a la realización del evento.

- 2.- Cuando el cliente realice el pago del segundo depósito de 50% del costo total para realizar el evento. el departamento de Dirección de administración y finanzas.
- 3.- Generar un correo de confirmación del pago del 100% del evento.

**Validar el evento y confirmar fecha apartada:**

- 1.- Cuando dirección comercial recibe el correo de confirmación del depósito del 50%, las fechas solicitadas quedan apartadas.
- 2.- Cuando los departamentos de mantenimiento generan el oficio de visto bueno en las instalaciones y personal. Dirección comercial puede solicitar el segundo depósito de 50% del pago para realizar el evento.
- 3.- Cuando reciba el correo de confirmación del pago del 100% del evento del cliente, que es proporcionado por el departamento de Dirección de administración y finanzas, se genera un contrato el cual deberá ser firmado por dirección general.

**Pago de la segunda parte de 50%: El cliente realizara el pago del segundo depósito del 50%**

Firma del contrato:

- 1.- Dirección general recibe el contrato generado por Dirección Comercial. Confirma cada uno de los puntos acordados con el cliente en una junta en persona. y se procede a que ambos firmen el contrato.

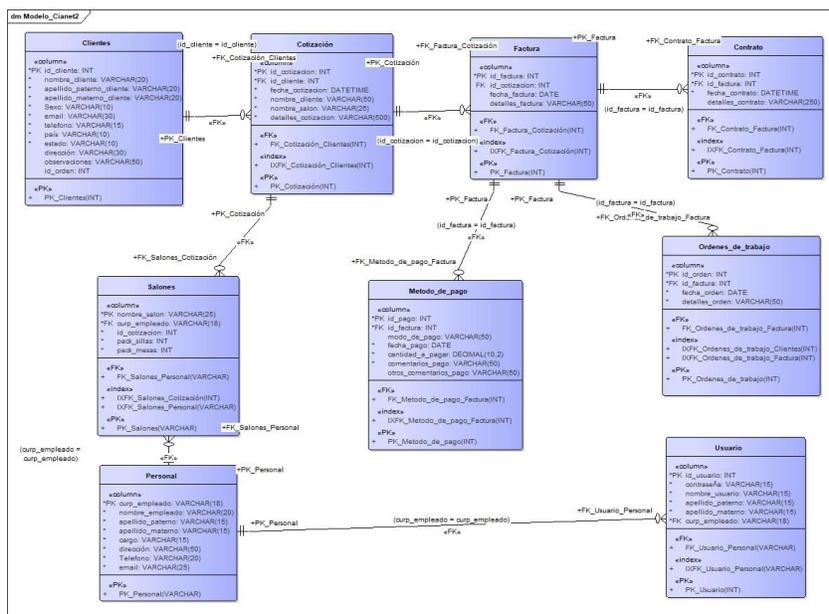


Figura 2 Diagrama Entidad Asociación.

En la figura 2 se muestra el diagrama entidad asociación de la base de datos del programa, hasta ahora, este solo contiene los datos que necesita el software para poder generar una cotización, pero la base de datos será más extensa para poder trabajar con todos los módulos solicitados.

El programa se desarrolla haciendo uso del Modelo Vista Controlador (MVC) el cual es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

Se trata de un modelo muy maduro y que ha demostrado su validez a lo largo de los años en todo tipo de aplicaciones, y sobre multitud de lenguajes y plataformas de desarrollo.

El Modelo que contiene una representación de los datos que maneja el sistema, su lógica de negocio, y sus mecanismos de persistencia.

La Vista, o interfaz de usuario, que compone la información que se envía al cliente y los mecanismos de interacción con éste.

El Controlador, que actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno. (Juan Pavón Mestras, 2008)

El modelo vista controlador es utilizado en múltiples frameworks tales como:

- Java Swing.
- Java Enterprise Edition (J2EE).
- XForms (Formato XML estándar del W3C para la especificación de un modelo de proceso de datos XML e interfaces de usuario como formularios web).
- GTK+ (escrito en C, toolkit creado por Gnome para construir aplicaciones gráficas, inicialmente para el sistema X Window).
- ASP.NET MVC Framework (Microsoft).
- Google Web Toolkit (GWT, para crear aplicaciones Ajax con Java).
- Apache Struts (framework para aplicaciones web J2EE).
- Ruby on Rails (framework para aplicaciones web con Ruby). (Juan Pavón Mestras, 2008)

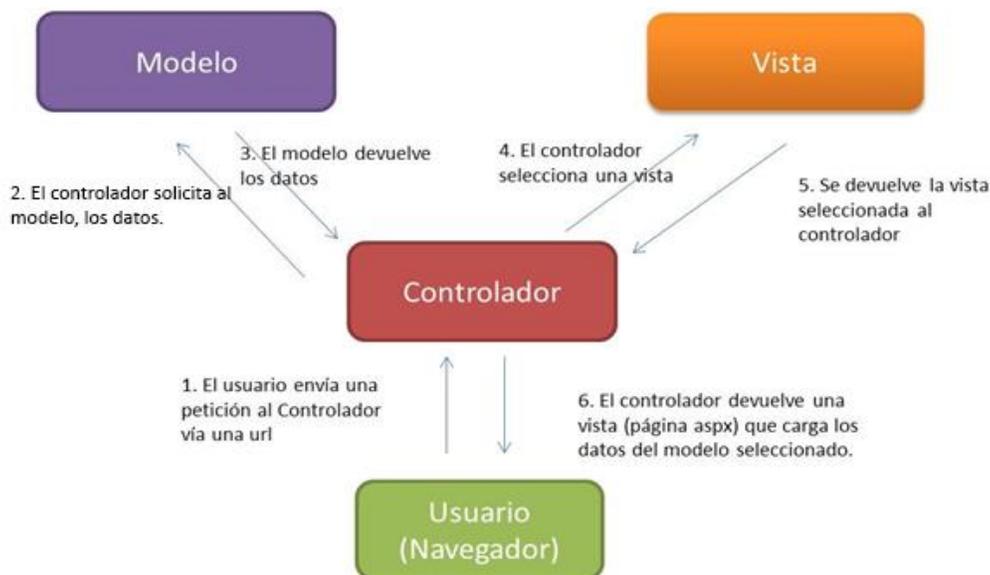


Figura 3. Flujo de control del Modelo Vista Controlador (MVC). Fuente: <https://miblogtecnico.files.wordpress.com/2012/07/mvc.jpg>

En la figura 3 se representa el flujo de control que maneja el Modelo Vista Controlador (MVC)

1. El usuario envía una petición al controlador vía url
2. El controlador solicita al modelo, los datos
3. El modelo devuelve los datos.
4. El controlador selecciona una vista.
5. Se devuelve la vista seleccionada al controlador.
6. El controlador devuelve una vista (Página aspx) que carga los datos del modelo seleccionado.

El programa cuenta con una pantalla donde se muestran los eventos previamente registrados por el usuario, en esta ventana, el usuario puede realizar una búsqueda de eventos filtrando los días que quiere consultar, a partir de esta ventana se puede tener acceso a las demás secciones del programa, los cuales son, modificar, imprimir, agregar, y eliminar una cotización. esta es la primera ventana que se visualiza una vez que el usuario inicie sesión con su usuario y contraseña.

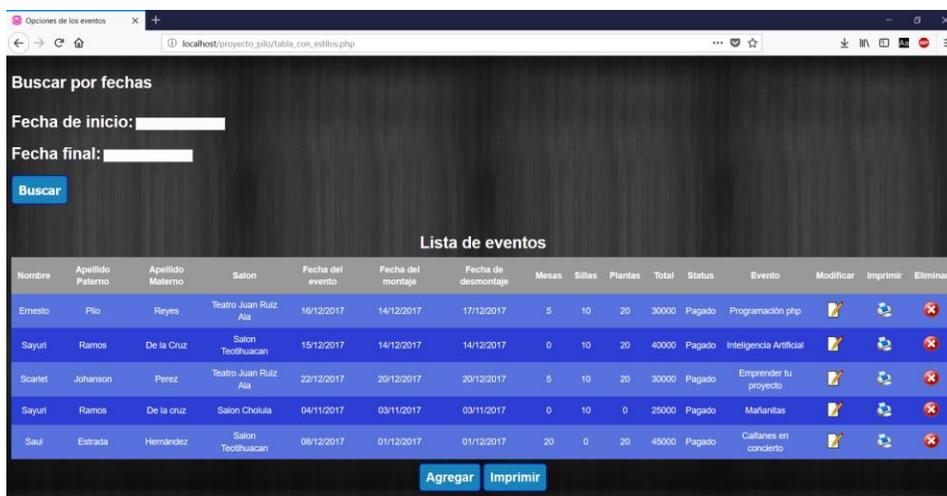


Figura 4. Pantalla de Lista de eventos.

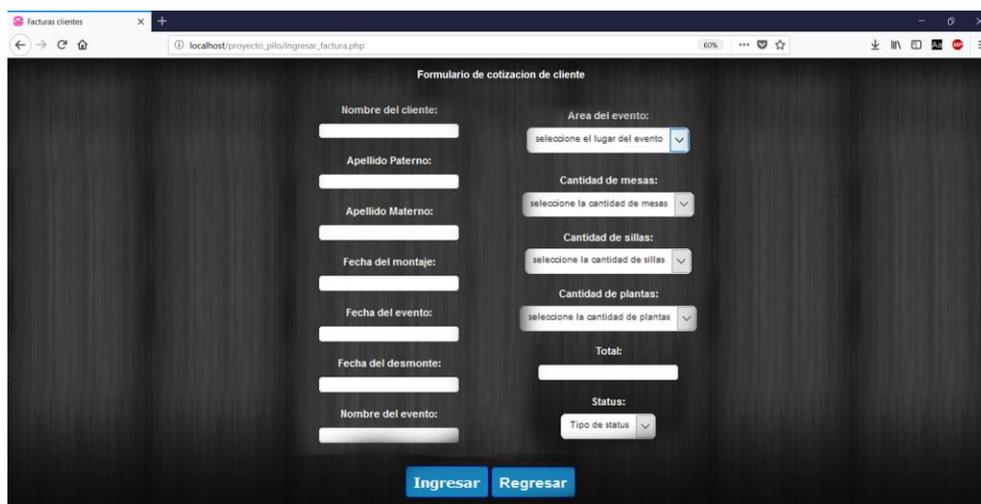


Figura 5. Pantalla para agregar y modificar cotización para el cliente.

En la ventana de cotización de cliente, el usuario solicita al cliente los datos necesarios para poder crear una cotización del evento que desea realizar. De igual manera al ingresar la cotización esta se puede modificar, ingresando con el botón de modificar de la ventana de lista de eventos.

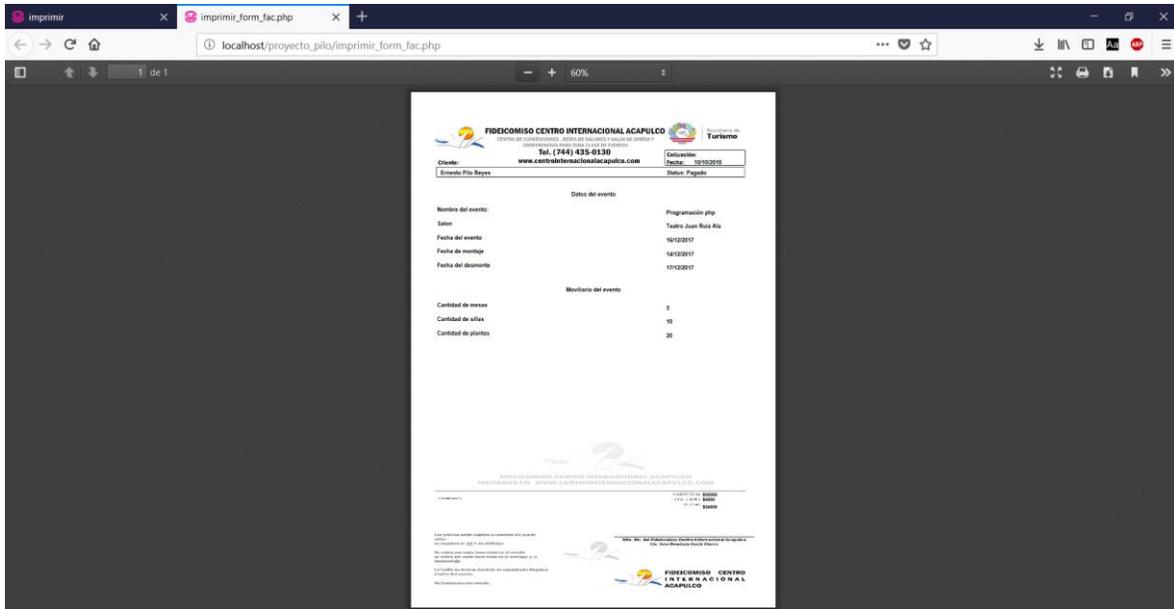


Figura 6. Cotización para el cliente.

En la figura 6 se visualiza la cotización con diseño y forma que se le otorga al cliente.

### COMENTARIOS FINALES

El programa se encuentra en fase de desarrollo y aún faltan módulos por implementarse, el diseño, así como los módulos, se pueden modificar, pero la idea base para el programa es la que se muestra en el modelado de negocio y usando la metodología Modelo Vista Controlador (MVC).

### REFERENCIAS

Andrés Biznaga, Daniel Perovich, architectures and technologies for the development of web applications, University of the Republic, Faculty of Engineering, Institute of Computation Montevideo, Uruguay.

Luis Quintas Ripoll, 2008, database management systems.

Benito Manolo Coti Colop, November 2003, three layered architecture business rules, Guatemala.

Rafael Camps Paré, Luis Alberto Casillas Santillán, Free Software, 2005, Free Software, Barcelona.

Juan Pavón Mestras, 2008, Estructura de las Aplicaciones Orientadas a Objetos

El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), 2008,

### NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

El **Ing. Ernesto Pilo Reyes** es Estudiante de Maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, institución de la cual es egresado.

El **M.T.I. Juan Miguel Hernández Bravo**, es profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero.

El **Dr. Eduardo de la Cruz Gámez**, es profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero.

El **M.C. José Francisco Gazza Portillo** es profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero.

# MODELO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE ESTABILIZACIÓN TERMODINÁMICA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

M.C. Juan José Piña Castillo<sup>1</sup>, Dr. Víctor Daniel Jiménez Macedo<sup>2</sup> y M.C. Jesús Cirilo Trujillo Jiménez<sup>3</sup>

**Resumen**— En presente trabajo tiene por objetivo realizar la caracterización termodinámica de los principales sistemas que conforman un motor de combustión interna. Para ello, se ha diseñado y construido un sistema de adquisición de datos, que consta de una tarjeta de procesamiento arduino que ha sido programada y acoplada al lenguaje de programación gráfica LabVIEW. Los resultados son las curvas de estabilización de las temperaturas medidas convenientemente en el sistema de admisión, escape y radiador. Los ensayos se han realizado a diferentes condiciones de operación. Con esta información, es posible proporcionar criterios de rediseño para hacer más eficientes termodinámicamente a los diferentes sistemas que conforman el motor de combustión.

## Introducción

El hombre dentro de su actividad diaria tiene la necesidad de transportarse de un lugar a otro, para ello utiliza automóviles con motores de combustión interna y otros medios de transporte. Existen millones de vehículos con motores de combustión interna circulando por el mundo y cada uno de ellos es una fuente de contaminación para el aire. Estos provocan emisiones que estos son un conjunto de gases nocivos para el medio ambiente, que proceden de la combustión que se produce en el motor de un automóvil. Las emisiones contaminantes que producen los motores de combustión interna son una preocupación a nivel mundial, por lo que se han propuesto leyes y regulaciones respecto a las emisiones de gases que obligan a los fabricantes a situarse a la vanguardia tecnológica para que se diseñen motores que cumplan con las normativas de emisiones que se promueve en cada país.

El empleo de una herramienta adecuada para el monitoreo de temperatura de gases en diferentes puntos de interés en un motor de combustión interna nos caracterizar las curvas de estabilización del sistema. Se ha construido un banco de pruebas para registrar las temperaturas a diferentes rpm durante el funcionamiento el motor. Se utilizó una tarjeta de programación para el monitoreo de las temperaturas a diferentes regímenes de operación de los gases a través de los sistemas tomado en diversas condiciones de operación del motor. La programación de esta tarjeta surge de la necesidad de tener una herramienta práctica para el monitorear el funcionamiento del motor en todo momento; es decir, durante su operación. Para tal propósito se desarrolló un circuito electrónico de adquisición de señales, procesamiento de señales, transmisión y visualización de datos en interfaces gráficas. El desarrollo requiere sensores de temperatura que midan continuamente la temperatura de los gases de admisión y escape del motor de combustión. La importancia de esta investigación radica en que se desarrolla una metodología útil para la caracterización de un motor de combustión interna, el cual permitirá diagnosticar el funcionamiento del sistema general, obteniendo un ahorro en tiempo para la evaluación del motor. Esta herramienta, aplicada en todo tipo de motores de combustión interna a gasolina. Las principales anomalías asociadas en los motores de combustión interna se deben principalmente a: un deficiente enfriamiento, una mala relación de aire/combustible, la pérdida de potencia, y la presencia de gases en el escape producto de una mala combustión. Para realizar las pruebas se empleó un motor a gasolina de 4.0 L marca General Motors.

---

<sup>1</sup> El M.C. Juan José Piña Castillo es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [jpina@umich.mx](mailto:jpina@umich.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Víctor Daniel Jiménez Macedo es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [victordaniel\\_jm@hotmail.com](mailto:victordaniel_jm@hotmail.com)

<sup>3</sup> El M.C. Jesús Cirilo Trujillo Jiménez es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [jcirilo@umich.mx](mailto:jcirilo@umich.mx)

## Descripción del Método

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario contar con un motor de combustión interna marca GM de 4.1 L, termopares tipo “k”, una tarjeta de procesamiento Arduino y un software LabVIEW acoplada a una unidad de procesamiento para la adquisición de datos para la generación de gráficas correspondientes para su análisis. Con esta metodología es posible caracterizar las curvas de estabilización termodinámica y asociarlas con una optimización del sistema de combustión.

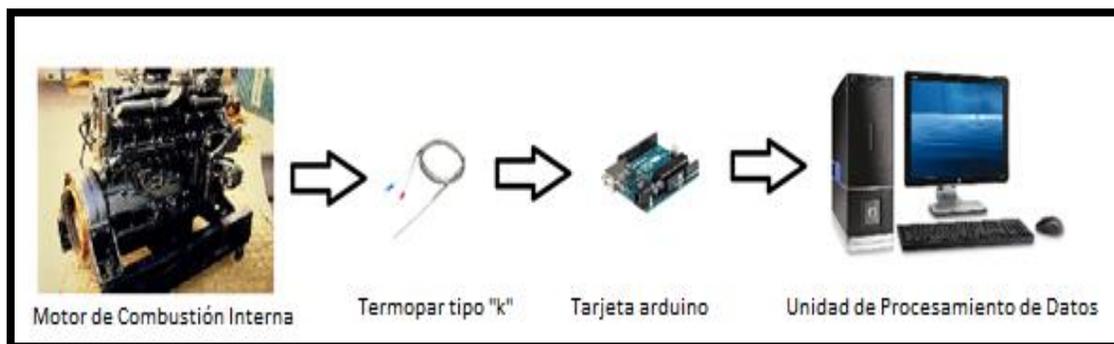


Figura 1. Descripción general de la metodología.

Para la obtención de las temperaturas en los diferentes sistemas del motor de combustión interna. Se han registrado las temperaturas en los sistemas de admisión, en el radiador y en el sistema de escape. Estas temperaturas son importantes para obtener las curvas de estabilización termodinámicas para el desarrollo del presente estudio.

En la figura 2 se muestra la posición de registro de la temperatura del aire de admisión. Se ha designado colocar el termopar para registrar las temperaturas después del filtro del aire de entrada.



Figura 2. Termopar en la admisión.

Esta temperatura registrada nos indica las condiciones con las que entra el aire al motor, y tiene relación con la densidad de masa en el interior del cilindro del motor. El termopar empleado para registrar dicha temperatura es de tipo K. Por otra parte, el sistema de adquisición de datos usado, se ha hecho de una tarjeta de procesamiento Arduino Mega 2560 programada y acoplada al lenguaje de programación gráfica LabVIEW, el cual consta de un histograma de resguardo en Excel de manera automática. Para censar la temperatura se optó por usar el

mismo tipo de termopar, para los cuales se ha desarrollado un bus de datos en modo SPI, que permite una óptima comunicación, así como la reducción del tamaño del PCB, que aloja la tarjeta desarrollada y favorece el acoplamiento con la tarjeta Arduino.

Por otra parte, en la figura 3, se muestra el punto de adquisición de la temperatura en el radiador, ubicado a la entrada del circuito de refrigeración del motor.



Figura 3. Termopar en el radiador.

En esta figura 3, se registra la temperatura que sale del motor, y que después se enfriará a su paso por el radiador. Se seleccionó este punto de medida por que deseamos conocer la diferencia porcentual con la que sale el agua directamente del motor, sin que se vea afectada por los efectos de transferencia de calor que se dan en el interior de este.

En la figura 4 se muestra el punto de registro de la temperatura del gas a la salida del colector de escape. Se trabajó y se midieron tres diferentes condiciones de operación del motor, con el objetivo de conocer las temperaturas de operación.



Figura 4. Termopar en el escape.

En la carrera de escape, la salida del gas se da de forma espontánea y dependiendo del grado de carga que se tenga en el motor, se libera una cantidad calor, que es la que motiva que se genere por una parte en trabajo que realiza el pistón, y por otra parte, una vez finalizada la carrera de trabajo, se evacuan los gases a la apertura de la válvula de escape. El conocimiento de la temperatura de escape en condiciones de operación del motor registradas es de importancia relevante para nuestra caracterización.

## Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación. En la figura 5 se muestra la temperatura del aire de admisión registrada en banco motor. Se muestran tres diferentes condiciones de operación. La temperatura registrada se ha adimensionalizado con un valor de referencia para normalizar condiciones a efectos comparativos. Los resultados medidos muestran una valor cuya variación esta entorno al 1.5%. Estos resultados son razonables, dado que la temperatura ambiental no registró cambios durante el desarrollo de la prueba.

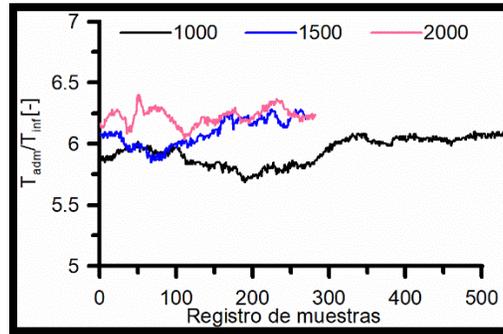


Figura 5. Curvas de estabilización de la temperatura de admisión.

En la figura 6, se muestra la temperatura registrada en el radiador. Las variaciones porcentuales son del 2 % en todos los casos. Esto se puede justificar porque, si bien es cierto, el motor está más caliente, y trasmite más energía térmica al agua de refrigeración, no obstante, la bomba del agua de refrigeración esta accionada por el cigüeñal y, por esta razón, la bomba de agua gira a mayor velocidad, haciendo circular un mayor gasto másico de agua de refrigeración, logrando mantener la misma temperatura a la salida del circuito de refrigeración.

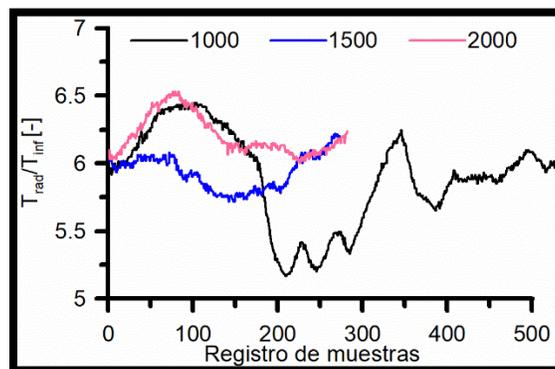


Figura 6. Curvas de estabilización de la temperatura del radiador.

Finalmente, en la figura 7, se muestra la temperatura registrada en el escape. Las diferentes condiciones de operación registradas indican unas diferencias importantes del 11 %. Lo cual es representativo de la cantidad de calor que se libera en el interior del cilindro durante el proceso de la combustión. Marcando una tendencia proporcional, con el grado de carga y la temperatura de escape, para las condiciones operativas registradas.

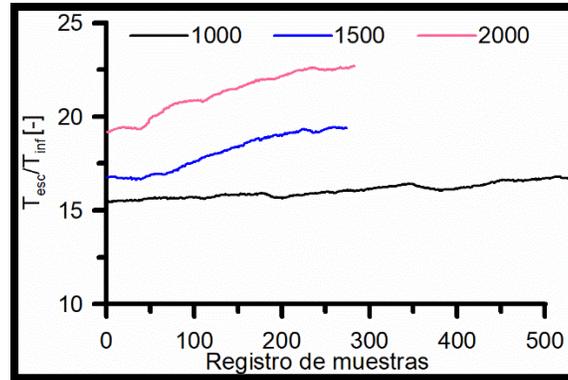


Figura 7. Curvas de estabilización de la temperatura de escape.

### Conclusiones

En el presente trabajo se ha instrumentado un banco de datos de un motor de combustión interna, utilizando termopares tipo k, los cuales han permitido obtener los registros de la temperatura en los sistemas previamente seleccionados y que forman una parte importante en el funcionamiento de un motor de combustión interna. Los registros de lectura se han hecho en el sistema de admisión, en el radiador y en el sistema de escape. Los resultados obtenidos han sido del 1.5, 2 y 11 % respectivamente. Para el sistema de adquisición de datos, fue utilizado un sistema bidireccional Arduino-MatLab. Lo que permitió registrar la temperatura en tres diferentes condiciones de operación del motor. De esta forma se han obtenido las curvas de estabilización termodinámica del motor objeto del presente estudio.

### Referencias

- Blair G.P. Design and simulation of two-stroke engines. 1996.  
Blair G.P. y McConnell J.H. Unsteady gas flow through high-specific-output 4-stroke cycle engines. SAE Paper 740736, 1974.  
Piña-Castillo et al. Evaluación térmica de un motor de combustión interna de 4.1 l. ISSN 1946-5351 Vol. 10, No. 3, 2018  
Heywood J. B. Internal combustion engine fundamentals. McGraw-Hill Publishing, 1988.  
Antonio José Rovira de Antonio. Motores de combustión interna. ISBN/EAN: 9788436269536  
C. Fayette y Edward S. The internal combustion engine. Internatuinal Text Book Co. ISBN n/d Edward F. Obert. Motores de combustión interna-analisis y aplicaciones. CECSA

# DISEÑO MECÁNICO DEL EJE DE UN AEROGENERADOR DE BAJA VELOCIDAD

M.C. Juan José Piña Castillo<sup>1</sup>, M.C. Renato González Bernal<sup>2</sup>, M.C. Oracio García Lara<sup>3</sup> y M.C. Ángel Raúl Cruz Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**— En el presente trabajo se muestra una metodología para el diseño de una flecha para un aerogenerador de baja velocidad considerando las cargas en las flechas de transmisión rotatoria. Estas cargas suelen ocurrir combinadas, el carácter de las cargas por par de torsión y de las de flexión puede ser constante o variable con el tiempo; las cargas por par de torsión y a flexión también pueden ocurrir en una misma flecha en cualquier combinación. La mayor parte de las flechas de máquinas se fabrican a partir de un acero al bajo o medio carbono, ya sea rolando en frío o en caliente, aunque también cuando se requiera de su superior resistencia, se aplican aceros de aleación, con esta metodología es posible diseñar un eje de manera que cumpla satisfactoriamente con las condiciones de operación garantizando su buen funcionamiento.

## Introducción

La energía eólica es obtenida del viento generada por efecto de las corrientes de aire y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas; el diseño de aerogeneradores que puedan utilizar velocidades de viento en el rango de 4 a 5 m/s es de vital importancia para cubrir la demanda de energía eléctrica en zonas urbanas. La generación de la energía eléctrica será local y su impacto en el aspecto visual es mínimo. Para conocer la factibilidad de un prototipo de aerogenerador se estudia el comportamiento del viento y la capacidad eléctrica haciendo una valoración del recurso disponible para su construcción. Las principales ventajas de la energía eólica son: No emite gases contaminantes, ni efluentes líquidos, ni residuos sólidos, tampoco utiliza agua. Reduce emisiones de CO<sub>2</sub>. No requiere minería de extracción subterránea o a cielo abierto. Ahorra combustibles, diversifica el suministro y reduce la dependencia energética. Algunas desventajas de la energía eólica son: El viento es aleatorio y variable, tanto en velocidad como en dirección. Tiene un impacto ambiental sobre la fauna, en particular sobre las aves.

Dentro de los elementos de diseño del aerogenerador se encuentra la flecha del aerogenerador. Una flecha transmite a la máquina por lo menos un par de torsión proveniente de un dispositivo impulsor. Algunas veces, las flechas servirán de soporte para engranes, poleas o ruedas dentadas, mismas que transmiten un movimiento rotatorio de una a otra flecha, vía engranes, bandas o cadenas. Las cargas en las flechas de transmisión rotatoria son principalmente de uno de dos tipos: torsión debido al par de torsión transmitido o de flexión proveniente de cargas transversales por engranes, poleas o ruedas dentadas. Estas cargas suelen ocurrir combinadas. El carácter de las cargas por par de torsión y de las de flexión puede ser uniforme o pueden variar con el tiempo. La mayor parte de las flechas de máquinas se fabrican a partir de un acero al bajo o medio carbono, ya sea rolando en frío o en caliente, aunque también cuando se requiera de su superior resistencia, se aplican aceros de aleación.

## Descripción del Método

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario contar con los datos del meteorológico de la Ciudad de Morelia, Michoacán a lo largo del año 2017, en cuanto a la velocidad del viento y la dirección del viento, para poder decidir si es viable la construcción de un aerogenerador de baja velocidad, lo cual es positivo. El diseño se realizará en etapas, en el presente trabajo se diseñó el eje o flecha en función a la torsión.

En la figura 1, se observa que los registros de la velocidad del viento para la ciudad de Morelia son los adecuados para colocar un aerogenerador de baja velocidad, que pueda generar máximo 3 Kw

<sup>1</sup> El M.C. Juan José Piña Castillo es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [jpina@umich.mx](mailto:jpina@umich.mx)

<sup>2</sup> El M.C. Renato González Bernal es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [resu2206@yahoo.com.mx](mailto:resu2206@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> El M.C. Oracio García Lara es profesor de Ingeniería Mecánica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [oracio\\_ogl@yahoo.com](mailto:oracio_ogl@yahoo.com)

<sup>4</sup> El M.C. Ángel Raúl Cruz Hernández es profesor de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [dr.angelraulcruz@gmail.com](mailto:dr.angelraulcruz@gmail.com)

Mes del año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dirección del viento dominante	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖
Probabilidad de viento >= 4 Beaufort (%)	15	12	18	12	8	8	6	6	6	12	10	11	10
Velocidad media del viento (kts)	7	7	7	6	6	6	6	5	6	7	6	6	6
Temperatura media del aire (°C)	18	20	21	24	25	23	21	21	21	21	20	18	21

Figura 1. Distribución de frecuencia de vientos para la Ciudad de Morelia, Michoacán durante 2017

En la figura 2, se observa la distribución de la dirección del viento para la ciudad de Morelia expresada en porcentaje y su orientación durante el año 2017.

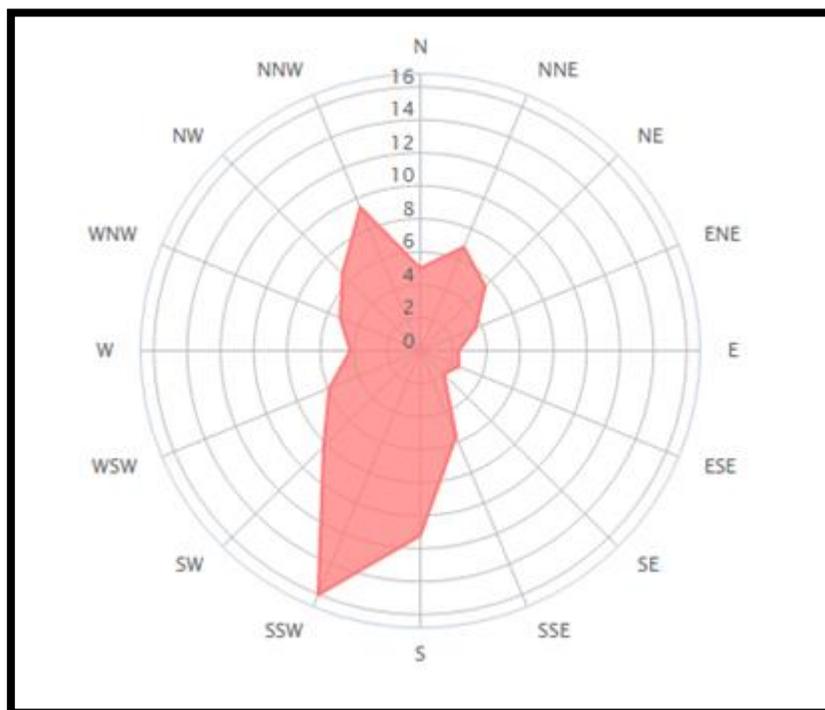


Figura 2. Distribución de la dirección del viento en %.

En la figura 3, se observa el mapa de viento para la ciudad de Morelia y además, se cuenta con la siguiente información: Densidad 1.204 kg/m<sup>3</sup> a 20°C, Velocidad mínima del aire 1.0 m/s, Velocidad promedio del aire 5.8 m/s, Velocidad máxima del aire 8.3 m/s. Datos obtenidos del SMN (Servicio Meteorológico Nacional) a través del resumen decenal de información sinóptica de superficie Estación: Morelia, Mich. (76665) año 2017.



Figura 3. Mapa de viento para la Ciudad de Morelia, Michoacán.

En la etapa de diseño de la flecha, calculamos del momento de torsión en el eje de principal a partir de la información generada.

$$\omega_{ent} = 280 \text{ rpm}$$

$$P = 8823$$

$$T_1 = \frac{P}{\omega_{ent}(2\pi/60)} = 300.905 \text{ N/m}$$

$$M_{t1} = T_1(1000/9.81) = 3.067E4 \text{ Kgfm/mm}$$

$$M_{T_1} = F_{Tang1} D_{R1} / 2$$

$$F_{Tang1} = 2M_{T_1} / D_{R1} = 292.127 \text{ Kgfm}$$

$$F_1 = (F_{Tang1} \cos 20\pi / 180) = 310.875 \text{ Kgfm}$$

$$F_{rad1} = (F_1 \sin 20\pi / 180) = 106.325 \text{ Kgfm}$$

Cálculo del diámetro mínimo en el eje.

$$d_{min1} \geq \left[ \frac{32M_{T_1}\psi}{\pi S_{y_{eje1}}} \right]^{1/3}$$

Se emplea un factor de seguridad de  $\psi = 2$

### Cálculo del momento de torsión en el eje de principal

Se justifica por variadas causas, como por ejemplo: previsiones de desgaste o corrosión, posibles errores o desviaciones en las propiedades previstas de los materiales que se manejan, diferencias entre las propiedades tabuladas y las obtenibles en la realidad, tolerancias de fabricación o montaje, tolerancias por incertidumbre en las solicitaciones a que se someterá el elemento, la propia incertidumbre del método de cálculo, etc.

Se elige como material del eje un acero AISI-1020

$S_{y_{eje1}} = 82.3 \text{ Kgf/mm}^2$  (Esfuerzo permisible generado por la fuerza de los alabes)

$$d_{min1} \geq \left[ \frac{32M_{T1}\psi}{\pi S_{y_{eje1}}} \right]^{1/3} = 19.655 \text{ mm (en el límite)}$$

Este valor es el diámetro mínimo para soportar el peso total del equipo y resistir las fuerzas que actuarán en el eje; la morfología de esta flecha dependerá también de las dimensiones de los rodamientos, carcasa, espesor de los alabes, soporte sujetador y tamaño del alternador.

### Resultados

El eje horizontal será construido con acero AISI-1020, ya que este material es capaz de soportar las fuerzas estáticas que pueden acarrear sobre el eje horizontal, el peso del rotor y puede soportar el peso de todo el cuerpo de la turbina, sin incluir el de la torre, sobre el eje vertical como lo muestra sus propiedades mecánicas.

Descripción: acero de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

Normas involucradas: ASTM A108

Propiedades mecánicas: Dureza 111 HB

Esfuerzo de fluencia 205 MPa (29700 PSI)

Esfuerzo máximo 380 MPa (55100 PSI)

Elongación 25% Reducción de área 50%

Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)

Maquinabilidad 72% (AISI 1212 = 100%)

Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

Propiedades químicas: 0.18 – 0.23 % C

0.30 – 0.60 % Mn

0.04 P máx

0.05 % S máx

Usos: se utiliza mucho en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzados. Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzados con endurecimiento superficial, pines endurecidos superficialmente, piñones, cadenas, tornillos, componentes de maquinaria, prensas y levas.

Tratamientos térmicos: se puede cementar para aumentarle la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantiene tenaz. Se puede recocer a 870 °C y su dureza puede alcanzar los 111 HB, mientras que con normalizado alcanza los 131 HB.

Este material también muestra la suficiente estabilidad mecánica para soportar las cargas variables, consecuencia de las fuerzas incidentes sobre los álabes, el eje se diseñó por el esfuerzo permisible a la fatiga por lo que ofrece vida infinita ante el fenómeno de fatiga que presentan las turbinas eólicas.

### Conclusiones

En el presente trabajo se ha presentado una metodología del cálculo de una flecha para un aerogenerador de baja velocidad, el cual deberá de generar a partir de una velocidad del viento aproximadamente de 4m/s.

Si es necesario instalar este tipo de aerogenerador en una zona donde no hay edificios altos, se recomienda construir una estructura más alta, para aprovechar mayores velocidades de viento.

En las etapas siguientes de diseño se optimizará el funcionamiento de este tipo de aerogeneradores para aprovechar el recurso eólico disponible.

### Referencias

ROBERT C. JUVINALL Y KURT M. MARSHEK., "Diseño de elementos de máquinas". Segunda edición 2013. Editorial Limusa Wiley, México 2013.

MOTT, ROBERT L., "Diseño de elementos de máquinas". Segunda edición 2013. Editorial Prentice Hall, México 1992.

Faires, V. M. (1995). Diseño de Elementos de Máquinas. México: Editorial Limusa

Hau., E. (2006). Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Germany: Springer

Asociación Mundial de Energía Eólica. (2011). Reporte Anual de Energía Eólica en el Mundo 2011. Alemania: WWEA Head Office.

Hau., E. (2006). Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics. Germany: Springer.

# Estrategias mercadológicas para potencializar el queso artesanal tipo crema

Dra. María Isabel Pineda Castillejos<sup>1</sup>. Dra. Gabriela Durán Flores<sup>2</sup>. Dr. José Antonio Aguilar Carboney<sup>3</sup>.  
Mtro. Nasario García Álvarez<sup>4</sup>. Dra. Ana Gabriela Ramos Morales<sup>5</sup>.

## Resumen

Las estrategias de mercadotecnia son utilizadas para alcanzar los objetivos mercadológicos en las empresas, donde intervienen principalmente elementos como la selección del mercado meta que se desea incursionar, identificar y desarrollar el posicionamiento para penetrar en la mente del usuario o consumidor, el diseño y análisis de los componentes de la mezcla mercadológica y finalmente determinar el presupuesto económico para su implementación. La elaboración de queso tipo crema en el Estado de Chiapas es reconocida, principalmente en la región IX Istmo costa, que se caracteriza por la calidad de sus quesos y atributos por ser procesados de manera artesanal.

Actualmente las personas requieren información concreta y habilidades reales para trabajar de manera organizada en el desarrollo de proyectos para lograr sus objetivos; por lo que se debe contar realmente con el compromiso de todos los actores para poder tener la capacidad de realizar acciones que beneficien a las organizaciones.

**Palabras claves:** queso artesanal, posicionamiento, potencialización.

## Introducción

En la actualidad las empresas que desarrollan actividades enfocadas a la producción y comercialización del queso crema enfrentan diversas dificultades y se pueden visualizar diversos elementos claves que componen la estructura básica de la estrategia de mercadotecnia, mismos que los productores de queso desconocen cómo son el mercado meta por la falta de homogenización en la determinación de la demanda; carecen del óptimo desarrollo del posicionamiento para seleccionar la plaza, la inserción de nuevos competidores, la poca información referente la combinación de los elementos mercadológicos que se requieren interactuar y controlar para satisfacer el mercado; la falta de una etiqueta que muestre la información nutrimental; los productos que ofertan carecen de características fundamentales como identidad del producto, logotipo, empaquetado, slogan; así como la falta de uso de las ventajas que ofrecen las tecnologías de información. Otra problemática que se presenta es la fijación para la determinación del precio del queso, debido a que el precio establecido al producto, es mediante el acuerdo de los productores y no se consideran los costos reales de producción. Además el desinterés por parte de las empresas para organizarse formalmente.

### *Objetivo general.*

Diseñar estrategias mercadológicas para el desarrollo, comercialización y posicionamiento del queso tipo crema elaborado de manera artesanal, con la finalidad de incrementar las ventas y lograr una mayor participación en el mercado regional.

### *Objetivos específicos*

- Describir los elementos que intervienen en las estrategias mercadológicas para potencializar el posicionamiento en relación con los productos de la competencia.
- Analizar y proponer las estrategias adecuadas para el diseño de la imagen y características del producto.

<sup>1</sup> Profesora investigadora del C-IX Arriaga de la Universidad Autónoma de Chiapas; México. Perfil PRODEP. Licenciatura en Contaduría, Maestría en Administración y Doctorado en Gestión para el Desarrollo. maipcc@hotmail.com.

<sup>2</sup> Profesora investigadora del C-VIII Comitán de la Universidad Autónoma de Chiapas; México. Perfil PRODEP. Licenciatura en Administración, Maestría en Administración y Doctorado en Administración. gabyunach.academico@hotmail.com

<sup>3</sup> Profesor investigador del C-VIII Comitán de la Universidad Autónoma de Chiapas; México. Licenciatura en Contaduría Pública, Maestría en Administración Pública, Doctorado en Administración. comitecocienporciento@gmail.com

<sup>4</sup> Profesor investigador del C-IX Arriaga de la Universidad Autónoma de Chiapas; México. Perfil PRODEP. Licenciatura en Contaduría, Maestría en Finanzas. nasagaa@hotmail.com

<sup>5</sup> Profesor investigador del C-VIII Comitán de la Universidad Autónoma de Chiapas; México. Perfil PRODEP. Licenciatura en Administración, Maestría en Administración y Doctorado en Administración. Anagaby123\_unach@hotmail.com

- Identificar los factores que intervienen en la mezcla mercadológica, con la finalidad de interactuarlos de manera adecuada para satisfacer el mercado meta.

### Desarrollo

El término de mercadotecnia o también conocido como marketing en la actualidad es muy común en el ámbito empresarial, debido a que las empresas buscan permanecer en la mente de los consumidores. A continuación se presentan algunas definiciones:

Mercadotecnia “es un modo de concebir e implementar la relación del intercambio, con la finalidad de que sea satisfactoria a las partes que intervienen y a la sociedad, mediante el desarrollo, valoración, distribución y promoción, por una de las partes, de los bienes, servicios o ideas que la otra parte necesita. (Santesmase, Valderrey, & Sánchez, 2013). “Las actividades de mercadotecnia contribuyen en forma directa a la venta de los productos de una organización, además de crear oportunidades para realizar innovaciones en ellos. Esto permite satisfacer de manera más completa las cambiantes necesidades de los consumidores y proporciona mayores utilidades a la empresa, lo que ayuda no solo a la supervivencia de los negocios particulares, sino también al bienestar de la economía en general.” (Fischer & Espejo, 2004). La mercadotecnia influye en las empresas haciéndolas más competitivas, para que sus productos se vendan; así como que los consumidores puedan tener mayor variedad de bienes y servicios que satisfaga sus necesidades y/o deseos.

El término posicionamiento es un “programa general de mercadotecnia que influye en la percepción mental (sensaciones, opiniones, impresiones y asociaciones) que los consumidores tienen de una marca, producto, grupo de producto o empresa, en relación con la competencia.” (Fischer & Espejo, 2004).

En la actualidad las empresas buscan posicionar los productos o marcas en la mente de los consumidores por lo cual utilizan programas de mercadotecnia para potencializar un determinado producto.

Para la American Marketing Association (AMA) define la investigación de mercado como “la función que vincula al consumidor, cliente y público con el vendedor a través de la información. Esta información se utiliza para identificar y definir las oportunidades y los problemas de marketing y a través de ella generar, redefinir, evaluar y controlar la ejecución de las acciones de marketing.” (Pintado, Sánchez, Grande, & Estevez, 2010). La investigación de mercado en la actualidad es una herramienta esencial para las organizaciones debido a que se obtiene información sobre los consumidores.

El nombre de la marca juega un papel fundamental para posicionar un producto, actualmente en el mercado existen una diversidad de bienes que poseen características similares, ésta herramienta permite a los consumidores distinguir un producto de otro.

La marca se identifica como “un nombre, un término, un símbolo, un diseño o una combinación de ellos que identifica a los productos de una empresa y que los diferencia de los productos de los competidores.” (W Lamb, F. Hair, & McDaniel, 2014).

La marca es aquella herramienta que permite a los consumidores diferenciar a los productos unos de otros, de tal manera también a las empresas que crean y registran su marca, permitiéndoles diferenciarse de sus competidores; además que proporciona elementos sobre la calidad de los mismos. Cabe señalar que el registro de las marcas da resguardo legal para las características únicas del producto.

Chiapas es uno de los 32 estados que conforman la República Mexicana, se encuentra ubicado al sureste del territorio mexicano en la frontera con Guatemala. Colinda al oeste con el Estado de Oaxaca, al noreste con Veracruz, al norte con Tabasco, al sur con el Océano Pacífico y con la República de Guatemala.

Cuenta con una superficie de 74.415 Km<sup>2</sup>, es el octavo estado más grande de la República Mexicana, representa el 3.8% del territorio nacional. (Chiapas.gob.mx, 2017).

El queso es una conserva obtenida por una coagulación de leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada. Es una concentración de los sólidos de la leche.

El queso artesanal “se elabora usando metodología rudimentarias que se transmite familiarmente en forma oral. Con materia prima se utiliza la leche entera cruda de vaca y agente coagulante artesanal. La fermentación es espontánea, el corte de la cuajada en granos pequeños se realiza en forma manual, el salado en la masa en mínimo y el prensado también es manual.” (Vasek, Cardozo, & Fusco, 2008).

Para el registro de marca, en el portal de la página del gobierno de Chiapas apartado servicio proporciona información para el registro de la marca, la Comisión Estatal de Mejora Regulatoria organismo público del Estado, señala el procedimiento mediante el cual, se gestiona el estudio de una solicitud del registro de marca que, una vez obtenida, otorga el derecho de usarla en forma exclusiva en la república mexicana para proteger y distinguir productos o servicios que se ofrecen en el mercado.

El título registro de marca lo otorga el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) Se considera las siguientes indicaciones al realizar el trámite:

- Acuda con el asesor de la Ventanilla Única de Gestión Empresarial más cercana a su domicilio para realizar las gestiones correspondientes e iniciar el trámite. ( consulte la página [www.coesmer.chiapas.gob.mx](http://www.coesmer.chiapas.gob.mx))
- Considere el tipo de marca a registrar: Nominativa (nombre), Innominada (logo) o Mixta (nombre y logo).
- Consulte la "guía de clases de productos y servicios", para elegir aquella que proteja los productos o servicios de su empresa, guía que se encuentra adjunta a esta cédula de servicio o en la página [www.impi.gob.mx](http://www.impi.gob.mx)
- Una vez decidido el tipo de marca que ingresará y la clase correspondiente a la protección del producto o servicio, presente la documentación indicada en el apartado de requisitos.
- Se le entregará al día siguiente de gestionar su trámite, copia del formato con el sello de recibido original de la Ventanilla de la Secretaría de Economía Federal ( facultada por el IMPI para recepcionar el trámite)

Actualmente las personas requieren información concreta y habilidades reales para trabajar de manera satisfactoria en el desarrollo de proyectos y lograr los objetivos del mismo, esto va más allá que solo distribuir asignaciones de trabajo a personas y esperar que de alguna manera logren un resultado deseado; por lo que se requiere realmente del compromiso de todos los actores para poder tener la capacidad de hacer que se lleven a cabo las actividades y acciones en la forma como se desea.

Es importante analizar el entorno, refiriéndose este “al conjunto de factores y fuerzas que operan fuera de la organización y que afectan el desempeño de la misma” (P. Robbins & Coulter, 2014).

El comportamiento organizacional “es el estudio del comportamiento individual y de la dinámica grupal en las organizaciones” (L. Nelson & Campbell Quick, 2013).

“La administración de proyectos está enfocada al desarrollo de actividades secuencialmente organizadas para la obtención de un producto, servicio o resultado.” (Torres Hernández & Torres Martínez, 2014). Llevar a cabo una administración de proyectos requiere de un esfuerzo prioritario, implica que se debe de llevar a cabo una serie de secuencias, como el alcance, el costo y el tiempo, una responsabilidad para que se pueda obtener un buen resultado.

El autor (Clifford F. Gray, 2009) afirma que la administración de proyectos “es la planeación, organización, coordinación, dirección y control de los recursos para lograr el objetivo del proyecto.” El proceso de administración de proyectos consiste en planear el trabajo y luego trabajar el plan.

“El objetivo debe ser acordado entre el patrocinador o cliente y la organización ejecutora del proyecto” (Gido, 2007).

Definir las estrategias para potencializar el producto, es el primer paso en el proceso de planeación, es decir el resultado esperado o el producto final. El propósito debe estar definido de manera clara y determinarlas de acuerdo a los requerimientos del cliente y la organización. También debe ser claro, alcanzable, específico y medible o mensurable. El logro del objetivo del proyecto debe ser reconocible con facilidad. Ahora bien antes de definir las estrategias mercadológicas idóneas para lograr el posicionamiento del queso crema en la región es necesario identificar los elementos positivos que los empresarios deben de aprovechar y los elementos negativos (figura 1), que afectan a la organización y en los cuales debe ponerse especial énfasis. El cual se presenta en el siguiente gráfico SmartArt.

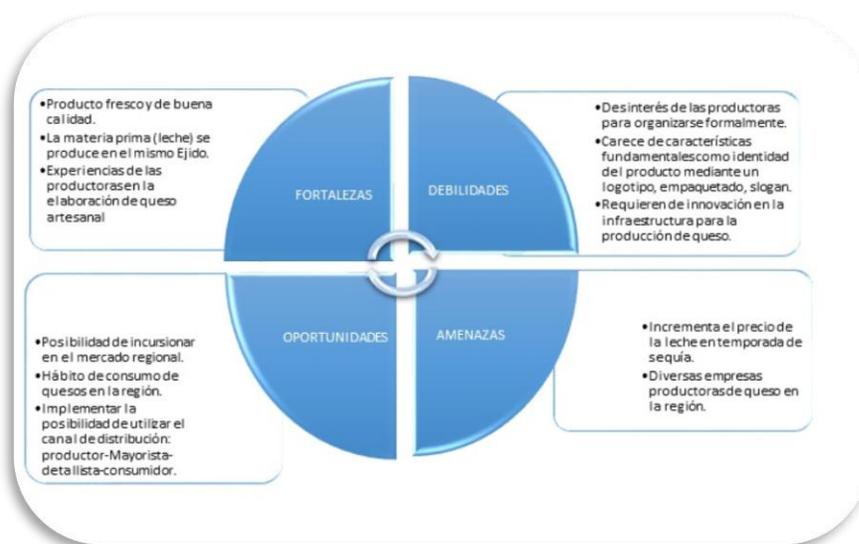


Figura 1. Análisis FODA de las productoras de queso.

### Descripción del método

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo; cuantitativo porque se basa en la recolección de datos mediante instrumentos en los cuales se cuantifica con apoyo de programas la información contable apoyándose de la estadística y posteriormente presentar los resultados de forma gráfica.

En la presente investigación además de los datos estadísticos, se efectuará el enfoque cualitativo el cual se llevará a cabo mediante la recolección de datos a través de la observación del problema que se obtendrá información concreta del mismo. En esta investigación se recopilará la información de las variables de estudio que son la potencialización del posicionamiento en el mercado, la imagen, características del producto y los elementos que integran la mezcla mercadológica; dimensiones necesarias que requieren conocer y aplicar las empresas productoras de queso; para el desarrollo del proceso del diseño de estrategias mercadológicas. La investigación se considera explicativa, debido a que además de describir los conceptos, características y elementos del caso de estudio, se presentara el análisis de los fenómenos que intervienen para potencializar el queso crema elaborado de forma artesanal, en relación con los productos de la competencia y las variables que las productoras deben aplicar para satisfacer mercado local y regional. Se realizará la recolección de datos para la comprobación de la hipótesis mediante una encuesta que proporcione datos cuantitativos para la sistematización y análisis estadístico.

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento estructurado con 12 preguntas referentes a las variables de estudio que son los componentes de la mezcla mercadológica (producto, precio, plaza y promoción), con la finalidad de obtener datos que nos permitan analizar la situación mercadológica actual.

Derivado de las encuestas aplicadas a los productores de queso, se obtuvieron resultados de interés, como tiempo que tienes estos elaborando el queso en la región (figura 2); para poder desarrollar estrategias mercadológicas que permitan potencializar su producto.

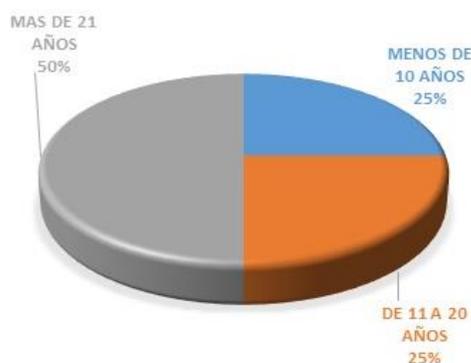


Figura 2. Años en la producción de quesos.

### Interpretación

De las encuestas aplicadas obtuvimos los siguientes datos: el 50% de las productoras llevan elaborando quesos más de 20 años consecutivos, mientras que un 25% lleva entre once y veinte años, además el otro 25% tiene menos de una década en la producción de queso.

De los resultados obtenidos y derivados de las encuestas el 100% de los productores de queso coincidieron que los quesos son elaborados de manera artesanal.

Con los datos obtenidos en las encuestas realizadas el 92% de las productoras comentan que en los últimos años ha incrementado la competencia en la venta de queso así como también el 8% de ellas menciona que no ha notado competencia en los últimos años y siguen conservando sus mismos clientes.

Así mismo al 100% les gustaría que su producto tenga un logotipo para identificarlo de la competencia, esto considerando que actualmente se ha incrementado el número de empresas que se dedican a la producción de queso.

En lo referente al método de tipo de venta que realizan el 75% vende su producto de contado y el 25% a crédito.

### Conclusiones

El objetivo primordial de esta investigación consistió en diseñar estrategias mercadológicas para las empresas del con la finalidad de ofrecer propuestas de solución a las problemáticas que presentan los productores de queso, con la finalidad de aumentar las ventas y una mayor participación en el mercado, considerando los atributos del producto que les permitan proyectar sus metas y lograr un crecimiento significativo en proceso artesanal del queso, para potencializar el queso artesanal tipo crema.

Es de crucial importancia la aplicación de los elementos de la mezcla de mercadotecnia como son el producto, precio, plaza y promoción; siendo estos de vital importancia para las empresas productoras de queso puedan tener un

óptimo desarrollo para la comercialización y buscar un mejor posicionamiento en el mercado para obtener una mayor productividad; ya que los resultados obtenidos demuestran que no aplican esta estrategia, lo cual impide un desarrollo en el mercado local y regional.

Finalmente concluimos que es de gran importancia aplicar estrategias mercadológicas para potencializar el posicionamiento del queso crema, mejorando la presentación y la calidad del producto, mediante la implementación de las propuestas desarrolladas como son: análisis bromatológico, análisis nutrimental, nombre y registro de la marca, logotipo, empaque, apertura de una cuenta en Facebook, diseño de una página web y publicidad impresa.

### Recomendaciones

Para que las empresas que se dedican a la producción y comercialización del queso crema puedan dar a conocer su producto a un mayor número de consumidores se plantean las siguientes propuestas, con el propósito de posicionar el queso artesanal; las cuales se describen a continuación: Análisis bromatológico, Análisis nutrimental, Nombre y registro de la marca, Logotipo, Empaque, Apertura de cuenta en Facebook, Diseño de página web, Publicidad impresa.

El queso tipo crema se caracteriza por un sabor único e inigualable, debido a que es elaborado de manera artesanal tomando en cuenta todas las medidas de higiene en su proceso de elaboración. Los beneficios que brinda este producto buscan satisfacer las necesidades de los consumidores.

Según el certificado de prueba del laboratorio IQUISSA en el año 2008, se realizó un estudio bromatológico (tabla 1) y estudios nutrimentales (tabla 2) obteniendo los siguientes resultados:

Tabla.1  
*Análisis bromatológico*

Parámetros	Resultados	Unidades
Análisis bromatológico		
Humedad	51.4	g/100g
Grasas y aceites	26.0	g/100g
Proteínas	19.1	g/100g
Minerales	3.1	g/100g
Carbohidratos	0.5	g/100g

*Fuente: Datos tomados según certificado de prueba de laboratorio IQUISSA asesores químicos, orden 338/2008.*

La información nutrimental de un alimento es de suma importancia, debido a que permite conocer al consumidor datos como su origen, fecha de caducidad, ingredientes y los nutrientes; en caso del queso crema grasas, proteínas, carbohidratos y calcio.

Tabla 2.  
*Análisis nutrimental.*

ANÁLISIS NUTRIMENTAL <small>Se considera una porción de 100g</small>	Resultados	Unidades
Aporte calórico para grasas aceite	234	Kcal/100g
Aporte calórico por proteínas	76.4	Kcal/100g
Aporte calórico por carbohidratos	4	Kcal/100g
Aporte calórico/100g	314.4	Kcal/100g
Aporte calórico/100g	1311	KJ/100g
Contenido de calcio	463	Mg/100g

*Fuente: Datos tomados según certificado de prueba de laboratorio IQUISSA asesores químicos, orden 338/2008-*

El empaque del producto es el que brinda protección al mismo, para el queso crema se propone un empaque de papel aluminio color dorado, para que el producto este protegido, además que lleva impreso su logotipo y peso del queso en la parte frontal, la tabla nutrimental y código de barra se encuentra en la parte posterior del producto, se toma en cuenta este tipo de material para el empaque ya que permite que el queso mantenga la consistencia.

La plaza es la variable de la mezcla de mercadotecnia que se encarga de lograr que los productos de las empresas estén disponibles para los consumidores, los canales de distribución surge la necesidad de tener el producto en un lugar y el momento en que el consumidor lo requiere. Es el caso del queso crema se busca potencializar su presencia en el mercado local, tener nuevos clientes a nivel regional que permita dar a conocer el producto y explorar nuevos mercados. La promoción es fundamental para cualquier empresa u organización, ya que da a conocer la información necesaria a los consumidores sobre la existencia de un producto, sus características y beneficios. Se basa en la combinación específica de publicidad, ventas personales, promoción de ventas y relaciones públicas que una empresa usa para alcanzar sus objetivos de publicidad y mercadotecnia, todas tienen el mismo grado de importancia.

Los avances tecnológicos permiten que por medio de las redes sociales las personas interactúen, se mantengan informados de distintos acontecimientos. En la actualidad esta aplicación es de las más utilizadas por las personas por tal motivo se creará una página de Facebook con la marca para dar a conocer el producto, publicar fotos del mismo y obtener opiniones de usuarios de distintos lugares.

Las ventajas de las páginas web, es que permite atraer más clientes, se pueden subir imagen del producto para que los clientes conozcan e identifiquen las características, información nutrimental, puntos de venta entre otra información para los posibles demandantes del producto.

El diseñar de una página web, se requiere de realizar los siguientes pasos para elaborar una página web con (webnode)

- Primer paso: es necesario contar con correo electrónico para poder crear la página web y así mismo asignar una contraseña para seguir el procedimiento. Una vez realizado el registro, se elige la plantilla para comenzar a crear la página web.
- Segundo paso: se muestra una diversidad de plantillas donde el usuario elige la de su preferencia.
- Tercer paso: Una vez elegida la plantilla dar clic en elegir plantilla para poder editarla.
- Cuarto paso: asignar nombre que llevara la página web y dar clic en el cuadro de dialogo “empieza a editar.”
- Quinto paso: En esta parte ya está configurada de manera exitosa la página web donde se podrá editar y proporcionar los datos que desee.
- Sexto paso: Página web finalizada donde así mismo se puede seguir editando.

### Referencias bibliográficas

- Chiapas.gob.mx. (21 de octubre de 2017). *conoce chiapas*. Obtenido de [www.chiapas.gob.mx/ubicacion](http://www.chiapas.gob.mx/ubicacion)
- Clifford F. Gray, E. W. (2009). En *Administración de proyectos*. Mexico D.F.: McGraw-hill.
- Fischer, D. L., & Espejo, C. J. (2004). *Mercadotecnia* (Tercera ed.). México: McGraanw-Hill interamericana.
- Gido, J. (2007). *Administración Exitosa de proyectos*. México, D.F.: Cengage Learning Editores.
- L. Nelson, D., & Campbell Quick, J. (2013). México, D.F.: Learning.
- P. Robbins, S., & Coulter, M. (2014). *Administración*. México, D.F.: Pearson.
- Pintado, B. T., Sánchez, H. J., Grande, E. I., & Estevez, M. M. (2010). *Introducción a la Investigación de Mercado*. Madrid: ESIC.
- Santesmase, M. M., Valderrey, V. F., & Sánchez, G. A. (2013). *Fundamentos de Mercadotecnia* (Primera ed.). México: Patria.
- Torres Hernández, Z., & Torres Martínez, H. (2014). *Administración de Proyectos*. México, D.F.: Patria.
- Vasek, O., Cardozo, M., & Fusco, A. (Octubre de 2008). *Producción Artesanal de Quesos.Sistema de Transformación en la Región Correntina (Argentina)*. Obtenido de [infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/235.pdf](http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/235.pdf)
- W Lamb, C., F. Hair, J., & McDaniel, C. (2014). *Marketing* (Septima ed.). México: Cengage Learning.

# Identificación de zonas seguras y rutas de evacuación en caso de tsunami en la franja costera del municipio de Petatlán, Guerrero, por medio de un sistema de información geográfica (SIG)

Pedro Luis Pineda Melo<sup>1</sup>, MC. Martín Zúñiga Gutiérrez<sup>2</sup>,  
Dr. Rene Vásquez Jiménez<sup>3</sup> y MC. José Luis Carranza Bello<sup>4</sup>

**Resumen**— Ante la constante actividad sísmica en el estado de Guerrero, que se localiza cerca de la zona de subducción entre las placas de cocos y la placa norteamericana, y también la llamada Brecha Guerrero, la cual es una brecha sísmica ubicada frente a la región Costa Grande del estado y donde existe la posibilidad de generar terremotos y tsunamis que afecten a la región, particularmente al Municipio de Petatlán, en este trabajo de investigación, se pretende determinar por medio de cartografía e imágenes satelitales las zonas más seguras del lugar, y con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ubicar las localidades con mayor riesgo a lo largo de la franja costera del municipio, definir las rutas de evacuación y zonas seguras, posicionando este modelo como precursor para los municipios de la región, en el resguardo de vidas humanas.

**Palabras clave**— Tsunami, SIG, Zona de subducción, Sismo.

## Introducción

En los últimos años han ocurrido una gran cantidad de sismos, la mayoría de magnitudes mayores que han provocado gran destrucción y también derivando otros fenómenos de estos mismos llamados Tsunamis el cual no es un concepto nuevo para nosotros ya que han ocurrido una gran cantidad de ellos como por ejemplo, en Japón (2011), Indonesia (2004), Chile (2012) por citar algunos.

En el presente trabajo, se pretende que por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), determinar las localidades con mayor riesgo de ser afectadas por el fenómeno de un Tsunami a lo largo de la franja costera del municipio de Petatlán, y así poder establecer planes de contingencia ante estos fenómenos naturales, los cuales permitirán ubicar zonas seguras y rutas de evacuación para que la población en riesgo pueda ponerse a salvo, para esto se recopilara información existente de otros tsunamis que han ocurrido en el pasado, para tomar en cuenta los daños provocados por estos, al igual que la magnitud de los sismos que lo provocaron, la altura de las olas, el tiempo transcurrido de un fenómeno a otro (sismo-tsunami), la velocidad de las olas, cuanta distancia recorrieron las olas a la costa y el área de afectación tierra adentro.

## Descripción del Método

Se analizaron cartas topográficas del municipio, un SIG propio, de igual manera registros y antecedentes de tsunamis, así como las causas que lo provocaron. Una información muy importante es el análisis topográfico por medio del modelo digital de elevaciones.

Se estudió la zona costera del municipio de Petatlán, la cual tiene una extensión de 48.266 kilómetros de costa y basándose en los registros de tsunamis pasados se planteó la hipótesis de que ocurriese un tsunami provocado por un sismo de 9° con olas de hasta 30 m. por lo cual se determinó una zona de riesgo de afectación de 5 kilómetros tierra adentro, con una superficie estimado de 230.881 km<sup>2</sup> basándose en datos consultados de tsunamis ocurridos en

<sup>1</sup> Pedro Luis Pineda Melo, es estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero, México [peyuk.29@gmail.com](mailto:peyuk.29@gmail.com)  
(autor corresponsal)

<sup>2</sup> El MC. Martín Zúñiga Gutiérrez, es Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Guerrero, México [zuguma@hotmail.com](mailto:zuguma@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Rene Vásquez Jiménez, es Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero, México [rvazquez@uagro.mx](mailto:rvazquez@uagro.mx)

<sup>4</sup> El MC. José Luis Carranza Bello, es Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero, México [luis.carranza61@yahoo.es](mailto:luis.carranza61@yahoo.es)

otros lugares para poder establecer valores de riesgo en esta zona según la altura media sobre el nivel del mar y su cercanía a este.

Para poder delimitar la zona en riesgo, se recurrió a buscar información sobre el estado, principalmente sobre el municipio de Petatlán, descargando información georreferenciada vectorial de las localidades, generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) así como el modelo digital de elevaciones, curvas de nivel.

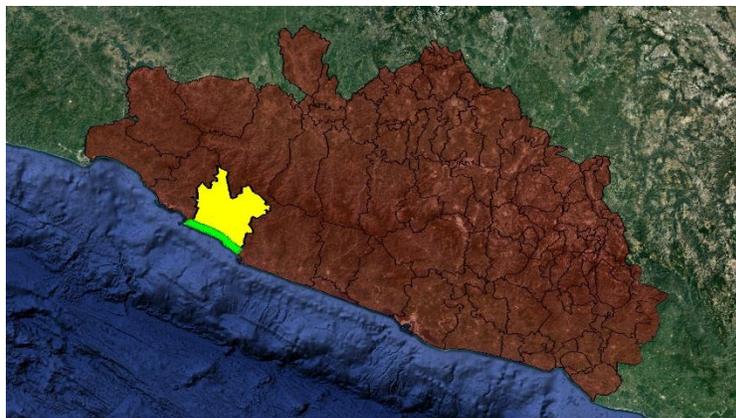


Figura 1. Localización del Área de estudio.

#### *Causas que provocan un Tsunami.*

Los terremotos son la gran causa de los maremotos. Para que un terremoto origine un maremoto, el fondo marino debe ser movido abruptamente en sentido vertical, de modo que el océano es impulsado fuera de su equilibrio normal. Cuando esta inmensa masa de agua trata de recuperar su equilibrio, se generan las olas. El tamaño del maremoto estará determinado por la magnitud de la deformación vertical del fondo marino. No todos los terremotos generan maremotos, para que este se genere tiene que cumplir tres condiciones, ser de magnitud considerable (primera condición), que ocurran bajo el lecho marino (segunda condición) y que sean capaces de deformarlo (tercera condición). Si bien cualquier océano puede experimentar un maremoto, es más frecuente que ocurran en el océano Pacífico, cuyas márgenes son más comúnmente asiento de terremotos de magnitudes considerables.

#### *Señales de advertencia*

- También es importante conocer y tomar en cuenta las señales de advertencia ante Tsunami: Un terremoto sirve como alarma de un posible tsunami. Si usted vive un fuerte terremoto manténgase alejado de la costa.
- Testigos han presenciado cómo se reduce el nivel del agua momentos previos a la llegada de un tsunami. Si observa cómo se reduce la cantidad de agua del mar de una manera inusualmente rápida, es posible que un tsunami esté de camino. Los expertos creen que al mirar como retrocede el agua en el océano puede servir como señal de alarma para que la gente pueda evacuar el lugar.
- Recuerde que un tsunami es una serie de olas y que la primera ola no es necesariamente la más peligrosa. El peligro de un tsunami puede durar varias horas tras la llegada de la primera ola. El tiempo que transcurre entre una ola de tsunami y la siguiente puede ir desde 5 minutos a una hora. Manténgase fuera de peligro.
- El tamaño de las olas de tsunami puede variar dependiendo de la localización. No asuma que el tamaño del tsunami que ha presenciado será el mismo que en el resto de costas afectadas.
- Los tsunamis pueden viajar hasta los ríos y arroyos que desembocan en el océano.

Manténgase alejado de ríos y arroyos que desembocan en el océano.

#### *Las barreras naturales.*

Un informe publicado por el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación o UNEP-WCMC sugiere que el tsunami del 26 de diciembre de 2004 provocó menos daños en las zonas en que existían barreras naturales, como

los manglares, los arrecifes coralinos o la vegetación costera. Un estudio japonés sobre este tsunami en Sri Lanka estableció, con ayuda de una modelización sobre imágenes satelitales, los parámetros de resistencia costera en función de las diferentes clases de árboles (tsunamis, 2011).

#### *Vulnerabilidad de las Costas de México a los Tsunamis.*

Como se sabe ara que un sismo provoque un tsunami es necesario que en una zona de hundimiento de borde de placas tectónicas la falla tenga movimiento vertical y no sea solamente de desgarre, con movimiento lateral. En la costa del Pacífico de México, esta condición permite diferenciar 2 zonas

Al norte de la Placa de Rivera, donde la Placa del Pacífico se desliza hacia el norte con respecto a la Placa de Norteamérica, a lo largo de la falla de desgarre del Golfo de California. Esto propicia que las costas de Baja California, Sonora y Sinaloa no sean fuentes de origen de tsunamis locales, sino únicamente receptoras de los lejanos, con alturas máximas de ola esperables de 3 metros.

En el Sur, la Placa de Rivera gira y la de Cocos se hunde bajo la Placa de Norteamérica a lo largo de la Fosa Mesoamericana; constituye una frontera de colisión con hundimiento, generadora de tsunamis locales, algunos de los cuales han demostrado destructividad en las costas de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, con alturas de 10 metros. Esta zona también es receptora de tsunamis lejanos y regionales, con alturas esperables menores. En el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1990-1994, se establece como estrategia de reordenamiento territorial, fortalecer el corredor de desarrollo económico y enlace interregional correspondiente a la segunda zona mencionada. Del país, es la expuesta a mayor riesgo de tsunamis destructivos; por ser asiento de comunidades costeras densamente pobladas, importantes instalaciones portuarias, industriales y de almacenamiento de combustibles, también es la más vulnerable. Comprende los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Salina Cruz, y un corredor turístico de aproximadamente 1,000 kilómetros de longitud, que incluye Puerto Vallarta, Manzanillo, Cuyutlán, Ixtapa-Zihuatanejo, Acapulco, Puerto Escondido, Puerto Ángel y Bahías de Huatulco.(Farreras et al. 2005)

#### *Software Utilizado.*

##### *Google Earth.*

Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora. El programa está disponible en varias licencias, pero la versión gratuita es la más popular, disponible para dispositivos móviles, tabletas y computadoras personales

##### *Global Mapper*

Global Mapper es una potente y asequible aplicación que combina una gama completa de herramientas de tratamiento de datos espaciales con acceso a una variedad sin precedentes de formatos de datos. Desarrollado tanto para profesionales SIG como para iniciados, este software versátil es también idóneo como herramienta independiente de gestión de datos SIG, o como complemento a un SIG existente.

##### *ArcMap*

Es la aplicación central utilizada en ArcGIS. Con ArcMap se visualiza y explora los dataset SIG del área de estudio, donde asigna símbolos y crea los diseños de mapa para impresión o su publicación.

ArcMap representa la información geográfica como una colección de capas y otros elementos en un mapa. Los elementos comunes del mapa son el marco de datos, que contiene las capas de mapa para una extensión determinada, flecha de norte, el título, texto descriptivo, una leyenda de símbolos, etc.

ArcMap es la aplicación principal de ArcGIS. Se utiliza para realizar muchas de las tareas habituales de SIG, así como tareas especializadas, específicas del usuario.

## **Comentarios Finales**

Mediante el estudio de las imágenes satelitales a lo largo de la zona de riesgo planteada en el municipio, se observó que se cuenta con una gran área de barreras naturales, principalmente manglares y palmeras, las cuales pueden disminuir considerablemente el daño colateral provocado por un tsunami, también por medio del análisis de

la topografía del lugar, se determinó que algunas comunidades que prácticamente están a orilla de mar, se podrían trasladar a las zonas seguras rápidamente por medio de las rutas de evacuación, ya que la distancia es muy corta.

No obstante también se alcanzó a percibir la gran cantidad de cuerpos de agua, principalmente lagunas, ríos y arroyos con una superficie mayor a las 1859 has., los cuales amplifican el daño, ya que sirven como conductos para que las olas provocadas por el tsunami no pierdan la fuerza destructiva que poseen al llegar a las costas y amplifican el área de afectación.

### Resumen de resultados



Figura 2. Mapa generado de la zona de estudio.

### Listado de comunidades en riesgo.

Basándose en los valores de riesgo que existen a lo largo de la costa del municipio y tomando en cuenta la distancia a la que se encuentran del mar así como su altura, suman un total de 20 localidades las cuales son:

1. Petatlán
2. San Jeronimito.
3. El Tuzal.
4. Juluchuca.
5. Las Peñas.
6. Barra de Potosí.
7. Salinas la Parota.
8. Salinas la Plancha.
9. La Loma Bonita.
10. La Barrita Puente.
11. La Barrita Playa
12. Cayacal.
13. El calvario.
14. Las playitas del calvario.
15. Cayacalito.
16. Arroyo seco.
17. Coyuquilla sur.
18. La curva.
19. Santa Rosa.
20. UTCGG.

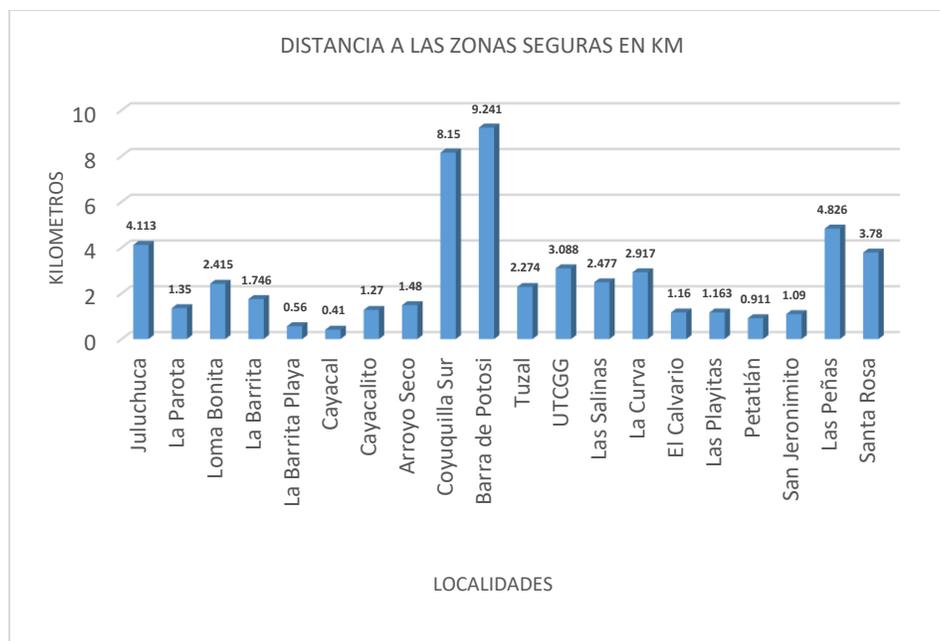


Figura 3. Grafica de distancias de las localidades hacia las zonas seguras.

### Conclusiones

Por medio de los productos cartográficos obtenidos para el análisis de la zonas de riesgo en la franja costera del municipio de Petatlán, se obtuvieron un total de 20 comunidades en riesgo, con un área total de asentamiento humano de 1346.93 has., destacando la cabecera municipal ya que, a pesar de que no se encuentra en la zona propuesta de 5 kilómetros, si tiene una elevación menor a los 50 msnm, con un porcentaje de 58.8% del área total afectada, pero difícilmente se vería afectada, al igual que la localidad de San Jeronimito, que aparte de estar muy alejadas de la costa cuenta con un gran número de barreras naturales, principalmente plantaciones de palmeras y manglares. Al cuantificar las distancias de las rutas de evacuación en toda la zona se tiene un total de 30.06 km, en la cual la localidad de Barra de Potosí y Coyuquilla Sur son las que se encuentran más alejadas de una zona segura por ubicarse a una distancia de 9.41 km y 8.15 km de distancia, respectivamente.

Los mapas que se generaron servirán de gran ayuda a las oficinas de protección civil en una reacción de manera inmediata al emitirse una alarma de Tsunami, se tienen identificadas las localidades en riesgo y cuáles deben ser evacuadas con prioridad.

### Recomendaciones

Siguiendo el tema de investigación, se pretende desarrollar mediante algún software-un modelo de simulación de un tsunami en la zona de estudio, tomando en cuenta los mismos valores para establecer las zonas de afectación, las zonas seguras y las rutas de evacuación, tales como la altura de las olas del tsunami que se provocarían un sismo de 9.

### Referencias

1. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Sistema Nacional de Protección Civil (CENAPRED, 2004): Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligro y Riesgos, México, Secretaría de Gobernación.
2. F. Farreras Salvador., Domínguez Mora Ramón y Gutiérrez Martínez Carlos A. "Tsunamis," Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2ª. Edición, Agosto 2005.
- 3.
4. Moreno Jiménez, Antonio y Coautores (2006): Sistemas y Análisis de la información Geográfica, Manual de autoaprendizaje con ArcGIS, Madrid, RA-MA.
5. Moreno Jiménez, Antonio y Coautores (2017): Sistemas de Información Geográfica, Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones Geoambientales. 2da. Edición Actualizada. RA-MA

6. <http://www.nws.noaa.gov/om/Tsunami/index.html>
7. <http://ptwc.weather.gov/>
8. <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/fasciculotsunami.pdf>
9. <http://www.ssn.unam.mx/>
10. <http://sistemasdeinformaciongeografica911.blocspot.mx/2014/08/percepcion-remota-aplicada-la.html?m=1http://www.beta.inegi.org.mx>

# APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM PARA DESARROLLO WEB CON LARAVEL EN EL S.G.E. DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO / I.T. MORELIA

M.C. Abel Alberto Pintor Estrada<sup>1</sup>, M.T.I. María Yaneth Vega Flores<sup>2</sup>,  
Ing. Juan Jesús Ruíz Lagunas<sup>3</sup> y Lic. Rocío Contreras Jiménez<sup>4</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados del uso de la metodología SCRUM en el desarrollo de un módulo web para el SGE (Sistema de Gestión Estratégica) que desarrolla el Instituto Tecnológico de Morelia y que a partir de este año es utilizado por varias sedes del Tecnológico Nacional de México, en el que se cubrirán la gestión de actividades complementarias, círculos de estudio y la automatización de la gestión administrativa que realiza la jefatura del proyecto de docencia de cada departamento académico. Dado que el SGE opera a nivel nacional se establecieron requerimientos funcionales y no funcionales; en términos de estructura, funcionalidad, acceso a datos y seguridad. Se optó por utilizar la metodología SCRUM que nos permitió flexibilidad en el desarrollo del software sin dejar a un lado un riguroso plan de pruebas que nos proporcionó el nivel de calidad necesario para garantizar su correcta integración al SGE.

**Palabras clave**—metodología de desarrollo ágil de software, SCRUM, Laravel, framework de desarrollo web, Modelo Vista Controlador

## Introducción

La incorporación de los módulos de actividades complementarias, círculos de estudio y titulación, al tratarse de una implementación de nuevas funcionalidades sobre el Sistema de Gestión Estratégica (SGE) oficial utilizado por nuestro instituto se debe asegurar su compatibilidad e integración respetando para ello los requerimientos establecidos. A partir del ciclo escolar Enero-Junio 2018 se ha utilizado a nivel nacional por varios de los campus del Tecnológico Nacional de México, de esta manera, adquiere trascendencia de carácter nacional, a la vez que surge la necesidad de asegurar la calidad del producto que se genere, por lo que, para desarrollar los módulos antes mencionados se utiliza un marco de conceptos y buenas prácticas en desarrollo de software y se opta por SCRUM como metodología de desarrollo.

El uso de SCRUM permite un proceso ordenado del desarrollo del software, con la calidad esperada y con la funcionalidad requerida en tiempo y forma, con la posibilidad de agregar características y funcionalidades de acuerdo a las necesidades actuales y futuras del propio instituto y por todos los campus del Tecnológico Nacional de México.

El SGE ha sido desarrollado utilizando el framework Laravel, lo que impone un requerimiento no funcional en el módulo más los requerimientos funcionales como acceso a datos, y validaciones de seguridad en las interfaces de captura de datos. El diseño del módulo se realiza utilizando Material Design basado en el front-end de “bootstrap”<sup>5</sup>, con esto, los dispositivos móviles son considerados para que el sistema se adapte a sus pantallas y se puedan utilizar los gestos y otros tipos de interacción relativos a sus plataformas.

## Descripción del Método

### Metodología SCRUM

SCRUM es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el desarrollo de productos complejos adaptativos, integrando a los productos el máximo valor posible de manera productiva y creativa (Schwaber y Sutherland 2017).

El marco de trabajo refiere la definición y establecimiento de equipos SCRUM, roles, eventos, artefactos y reglas asociadas. Cada componente tiene un propósito específico y es esencial para llevar a cabo el proceso (Schwaber

<sup>1</sup> El M.C. Abel Alberto Pintor Estrada es profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales y Coordinador de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia, Michoacán de Ocampo. [aapintor@itmorelia.edu.mx](mailto:aapintor@itmorelia.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La M.T.I. María Yaneth Vega Flores es Profesora y presidenta de la Academia de Ing. En Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia, Morelia, México. [yvegaf@itmorelia.edu.mx](mailto:yvegaf@itmorelia.edu.mx)

<sup>3</sup> El Ing. Juan Jesús Ruíz Lagunas es Profesor de Ing. En Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia, Morelia, México. [jruiz@itmorelia.edu.mx](mailto:jruiz@itmorelia.edu.mx)

<sup>4</sup> La Lic. En Inf. Rocío Contreras Jiménez es Profesora de Ing. En Sistemas Computacionales y Jefa del Departamento de Desarrollo Académico del Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia, Morelia, México. [rcontreras@itmorelia.edu.mx](mailto:rcontreras@itmorelia.edu.mx)

<sup>5</sup> Componente de librería para el desarrollo de interfaces web responsivas para móviles. URL: <https://getbootstrap.com>

y Sutherland 2017). Como lo menciona (Deemer et al. 2015), el desarrollo se estructura en ciclos de trabajos llamados Sprints, estos ciclos de trabajo tienen un tiempo delimitado y es establecido por el propio equipo de trabajo, pero una vez establecido no puede ser modificado, y éste puede variar en el tiempo que puede ser desde 1 semana hasta 3 semanas.

Los equipos de trabajo son autogestionados, partiendo de los principios descritos por (Schwaber y Sutherland 2017) de adaptación, inspección y transparencia, lo que les permite a los equipos el poder de autodeterminar la forma de trabajo, el proceso de desarrollo y creación de los componentes descritos en las historias de usuario, es decir, los requerimientos funcionales y no funcionales, tanto del cliente como del proyecto, los alcances de cada incremento y definir los criterios que determinaran cuándo una historia de usuario ha sido completada satisfactoriamente.

El equipo SCRUM está compuesto de un Dueño de Producto (Product Owner) un equipo de desarrollo (Development Team) y un SCRUM Master. El Dueño del Producto es el responsable de generar y gestionar un listado general de requerimientos funcionales y no funcionales, y a su vez, traducirlos en una Lista de Producto (Product Backlog) que sea clara para todos los miembros del equipo. Por otro lado, el Equipo de Desarrollo estará conformado por un grupo de profesionales multidisciplinarios que se encargaran de entregar cada incremento (sprint) de producto terminado y dado que el equipo de desarrollo autodetermina el proceso de desarrollo de cada incremento, la sinergia resultante optimiza la eficiencia y efectividad del mismo (Schwaber y Sutherland 2017).

Finalmente, (Schwaber y Sutherland 2017) establecen que el Scrum Master es responsable de promover y apoyar SCRUM, apoyando a todos en entender la teoría, prácticas, reglas y valores de SCRUM, véase figura 1.



Figura 1. Valores de SCRUM

El flujo de trabajo de scrum consiste de una colaboración estrecha entre el equipo de scrum, el scrum master y el product owner sobre cada iteración o incremento que se genera para producir el software. Como lo menciona (Deemer et al. 2015), el product backlog es un conjunto de elementos priorizados los cuales son determinados por el product owner y pueden tener la forma de peticiones del cliente, diagramas de casos de uso o cualquier otro formato que permita clarificar los requerimientos del producto y que son llamados historias de usuario.

Un Sprint es un bloque de trabajo durante un tiempo determinado que puede ir de 1 a 3 semanas y que es establecido por el propio equipo de trabajo SCRUM. Cada sprint, debe considerar actividades básicas como; análisis de requerimientos, diseño del plan de pruebas, corrección de defectos y planeación del siguiente sprint (Srivastava et al., 2017), véase figura 2.

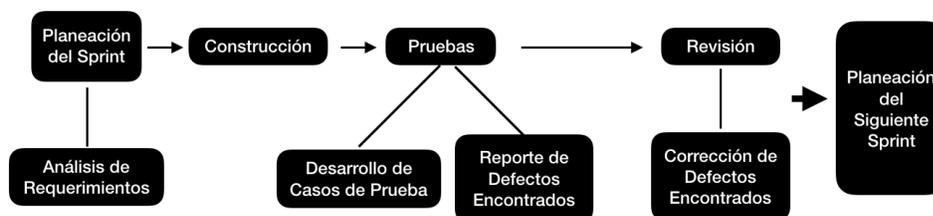


Figura 2. Ciclo básico de un Sprint

*Laravel*

El marco de trabajo (framework) Laravel contiene un conjunto de patrones de software que se basa en el esquema Modelo Vista Controlador lo que permite mejorar el rendimiento de una aplicación, por tanto, Laravel permite una especificación de los módulos con un alto grado de reusabilidad, como lo indica (Gamma et al. 1994), donde se puedan cubrir problemas y requerimientos futuros con el mínimo de rediseño posible.

Un punto importante a tomar en cuenta, como lo menciona (Xiaosong 2017), es que el marco de trabajo para desarrollo de aplicaciones web, contemple un diseño de patrones que permita manejar el Modelo de Manera adecuada e independiente para la manipulación correcta de bases de datos y de los diversos manejadores de bases de datos existentes.

**Resultados**

El equipo de SCRUM se integró por tres alumnos, a quienes se les asignó el rol de desarrolladores y la persona con más experiencia adquirió, de manera adicional, el rol de Product Owner y así poder organizar el equipo de desarrollo. El rol de SCRUM Master se le asignó al docente responsable del proyecto para dar soporte y guía al equipo SCRUM.

En una primera reunión con los clientes y usuarios del módulo desarrollado se establecieron los requisitos funcionales y no funcionales del producto, véase Cuadro 1 donde se listan algunos de los más relevantes para el producto.

Tipo de Requerimiento	Descripción
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El módulo deberá listar los alumnos que están en proceso de titulación, los alumnos que están dando círculos de estudios y los alumnos que tiene Act. Comp. registradas</li> <li>• El módulo permitirá a los usuarios autorizados registrar Actividades complementarias, grupos de círculos de estudio y proyectos para titulación integral.</li> <li>• El módulo permitirá editar las actividades complementarias, grupos y titulaciones.</li> <li>• El módulo permitirá crear las constancias de liberación de créditos complementarios y de círculos de estudios.</li> <li>• El módulo permitirá crear la documentación para las titulaciones (Asignación de sinodales, control de propuesta, impresión definitiva, etc.)</li> <li>• El módulo deberá mostrar el avance en el proceso de titulación.</li> </ul>
No Funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar Eloquent para mapear los datos que se encuentran en la bd.</li> <li>• Usar snappy para la creación de archivos pdf.</li> <li>• Hacer uso de los form request para validación de formularios.</li> <li>• Se deberá de usar el gestor de BD Postgresql</li> </ul>

Cuadro 1. Requerimientos Funcionales y No Funcionales

Para comprender de manera adecuada los requerimientos funcionales del producto, se diseñaron diagramas de casos de uso, como ejemplos véanse las Figuras 3-5, así como también se hizo el diseño relacional de la base de datos, véase la Figura 6, respetando la base de datos del SGE actual.

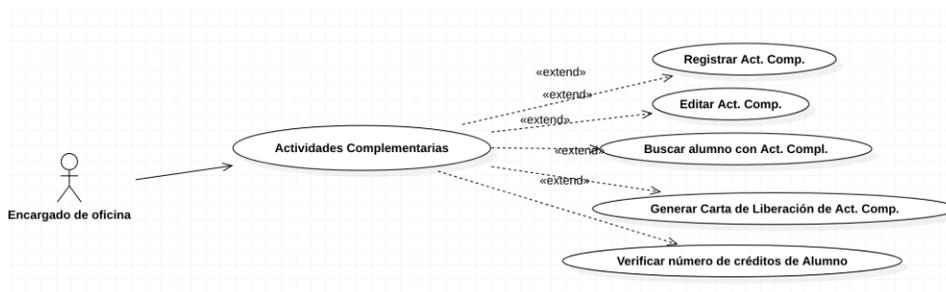


Figura 3. Diagrama de Casos de Uso para las Actividades Complementarias

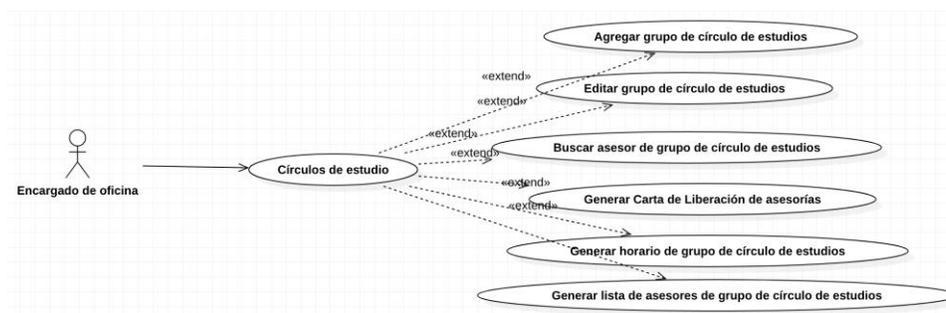


Figura 4. Diagrama de Casos de Uso para los Círculos de Estudio

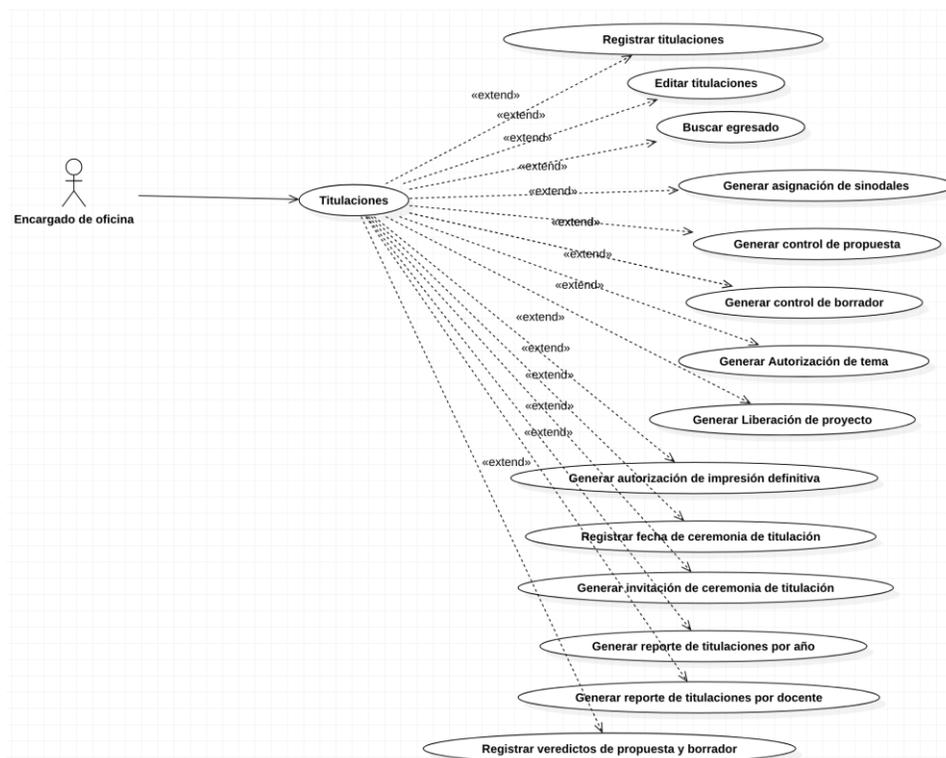


Figura 5. Diagrama de Casos de Uso para el Proceso de Titulación Integral

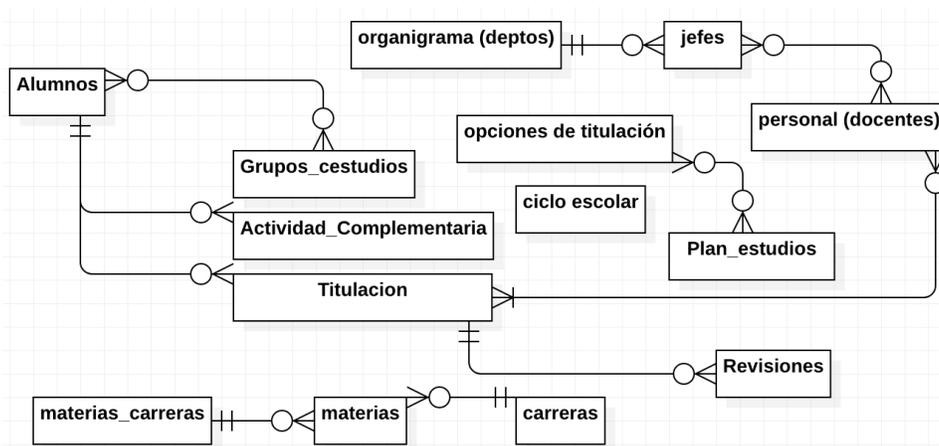


Figura 6. Esquema Relacional de Base de Datos del SGE

Tomando en consideración los elementos descritos, el Product Backlog quedó estructurado de la siguiente manera, véase Cuadro 2 como referencia de algunos de los elementos más importantes de este producto.

ID	Prioridad	Necesito...	Así podré...
AC-104	Alta	Generar un Acta de liberación de Actividades Complementarias	Imprimir y entregar las Actas de Liberación
CE-104	Alta	Generar oficio de liberación de asesoría	Imprimir y entregar el acta de liberación.
CE-105	Alta	Generar horario de grupos de círculos de estudios	Imprimir y mantener un control sobre los grupos.
CE-106	Alta	Generar lista de asistencia de asesores.	Para tener un control de los asesores que dan círculos de estudios
T-104	Alta	Generar asignación de sinodales	Imprimir y entregar la asignación de sinodales
T-105	Alta	Generar control de propuesta	Imprimir y entregar el control de propuesta
T-107	Alta	Generar control de borrador	Imprimir y entregar el control de borrador
T-108	Alta	Generar Autorización de tema	Imprimir y entregar la autorización de tema
T-109	Alta	Generar Liberación de proyecto	Imprimir y entregar la liberación de proyecto
T-110	Alta	Generar impresión definitiva	Imprimir y entregar la impresión definitiva.
T-112	Alta	Generar invitación de ceremonia de titulación	Imprimir y entregar la invitación de la ceremonia
T-113	Alta	Generar reporte por año	Saber cuántas titulaciones por año hubo.
T-114	Alta	Generar reporte por docente	Saber en cuántas titulaciones estuvo el docente.

Cuadro 2. Product Backlog Inicial

Una vez que se ha desarrollado cada submódulo, se deberá ejecutar el plan de pruebas y validación para asegurar su correctitud. Se puede ver en la figura 7, un ejemplo de la interface de registro de proyectos de titulación.

El formulario 'Registrar Titulación' contiene los siguientes campos:

- Alumno:** Selección de Alumno (menú desplegable).
- Plan de estudios:** Selección de Plan de estudios (menú desplegable).
- Opción de titulación:** Selección de Opción de titulación (menú desplegable).
- Nombre del proyecto:** Campo de texto.
- Asesor:** Selección de Asesor (menú desplegable).
- Sinodal:** Selección de Sinodal (menú desplegable).
- Sinodal:** Selección de Sinodal (menú desplegable).
- Sinodal:** Selección de Sinodal (menú desplegable).
- Asesor Externo
- Botones: **GUARDAR** y **CANCELAR**.

Figura 7. Interface de captura de proyectos de titulación

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En este trabajo se describió el proceso utilizado para el desarrollo del módulo de docencia para los departamentos académicos pertenecientes al Instituto Tecnológico de Morelia. El software producido se desarrolló siguiendo la metodología de desarrollo SCRUM y como plataforma de desarrollo se utilizó el marco de trabajo Laravel.

### *Conclusiones*

El uso de la metodología de desarrollo ágil SCRUM, le permitió al equipo de desarrollo tener la claridad necesaria para desarrollar cada historia de usuario, de una manera autónoma, pero ordenada, donde ellos establecieron los tiempos de entrega de cada historia de usuario.

### *Estado actual del producto*

El módulo desarrollado se pasó a un equipo independiente de alumnos, quienes diseñarán y ejecutarán un plan de pruebas que permitan detectar defectos en el software, y realizar el reporte correspondiente que le permita al equipo SCRUM realizar las correcciones pertinentes. Una vez que se hayan implementado las correcciones, se pasará a una fase de prueba piloto para su integración final en el SGE del Instituto Tecnológico de Morelia.

## Referencias

- Deemer, P., Larman, C., Vodde, B., & Benefield, G. (2015). "Una introducción básica a la teoría y práctica de Scrum". Enterprise Software Development Series. Recuperado de [http://scrumprimer.org/primers/es\\_scrumprimer20.pdf](http://scrumprimer.org/primers/es_scrumprimer20.pdf)
- Srivastava, A., Bhardwaj, S., & Saraswat, S. (2017). "SCRUM model for agile methodology". En 2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA) (pp. 864–869). <https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229928>
- Gamma, E., Helm, R., Jonhson, R., & Vlissides, J. (1994). "Design Patterns : elements of reusable object-oriented software". Massachusetts: Addison-Wesley.
- Li, X., Karnan, S., & Chishti, J. A. (2017). "An empirical study of three PHP frameworks". En 2017 4th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI) (pp. 1636–1640). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSAI.2017.8248546>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). "La Guía de Scrum". Recuperado de <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-ES.pdf>

## Notas Biográficas

El **M.C. Abel Alberto Pintor Estrada** es profesor en el Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia. Su maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación por el Instituto Tecnológico de Morelia, México. Ha colaborado en las carreras de Ing. En Sistemas Computacionales, Ing. En Tecnologías de Información y Comunicaciones y también impartiendo la materia de Tecnologías de Programación I en la Maestría en Sistemas Computacionales del mismo instituto.

La **M.T.I María Yaneth Vega Flores** es profesora de Ing. En Sistemas Computacionales e Ing. En Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia. Su maestría en Tecnologías de la Información por la Universidad Tec Milenio, y una segunda maestría en Administración por la misma universidad.

El **Ing. Juan Jesús Ruíz Lagunas** es profesor en el Tecnológico Nacional de México / I.T. Morelia. El Ing. Ruíz colabora en las carreras de Ing. en Sistemas Computacionales e Ing. en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del mismo instituto.

La **Lic. En Inf. Rocío Contreras Jiménez** es profesora de Ing. En Sistemas Computacionales e Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Tecnológico Nacional de México / I. T. Morelia. Actualmente es jefa del Departamento de Desarrollo Académico en dicho Instituto.

# RESPUESTA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS A LAS NECESIDADES DE LAS ESTUDIANTES CON HIJOS

Dra. Leny M. Pinzón Lizarraga<sup>1</sup>, Dra. Rocío Aguiar Sierra<sup>2</sup>, Dra. Leyla Gisela Leo Peraza<sup>3</sup> y Br. Darwyn Joel  
Chacón Xool<sup>4</sup>

**Resumen** El objetivo del presente estudio fue conocer las opciones de apoyo a estudiantes con hijos que ofrecen las instituciones de educativas (IEs) en Mérida Yucatán, para proponer alternativas de intervención que les permitan culminar sus estudios y forjarse un mejor futuro. Ser estudiante y madre se torna en una labor compleja, ya que implica renunciar a ciertas expectativas a cambio de la atención y cuidado que el hijo requiere. Se realizaron entrevistas a directivos y/orientadores de las instituciones públicas y privadas de nivel medio superior y superior. Entre los resultados se encontró que las instituciones apoyan a través de: justificar las inasistencias durante el parto y/o enfermedad del hijo(a); flexibilizan las fechas para la entrega de trabajos; promueven las asesorías psicológicas; procuran que la madre consiga una beca económica; condonan el pago de inscripción, entre otras. Se concluye que las IEs, cuentan con acciones que pueden servir de apoyo aunque no siempre responden a las necesidades de las estudiantes con hijos.

**Palabras clave:** instituciones educativas, madres estudiantes, educación media superior, educación superior

## Introducción

En este artículo se analizan las opciones que ofrecen las instituciones de educación media superior y superior en México a las madres estudiantes, con la finalidad de conocer las alternativas de intervención que favorecen la conclusión de los estudios de estas mujeres, evitando el rezago y la deserción, en un momento de sus vidas que resultaría contraproducente.

Se reconoce que los estudios se entrelazan con la doble condición de ser madre y estudiante. Estos hechos en sus vidas no les permiten tener un esquema “tradicional” de vida. De manera clara, el orden y la secuencia de sus actividades es distinto que el de sus pares, quienes junto con el personal docente y administrativo tienen que ajustarse a las situaciones que serían comunes (reuniones de equipo, fechas de entrega de trabajos, etc) en otras circunstancias, incluso hay autores que sostienen la incompatibilidad entre ser madre y mantenerse estudiando.

Miller y Arvizu (2016) señalan que otra evidencia de lo excepcional que resulta esta doble condición en las IES no sólo es la proporción de estudiantes que son madres que resulta menor al 10%, sino también la escasa información y los pocos estudios que se han realizado al respecto. De manera muy reciente, esta población comienza a ser visibilizada por políticas institucionales como la del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Apoyo a Madres Mexicanas Jefas de Familia para Fortalecer su Desarrollo Profesional, o bien las que promueve la Secretaría de Educación Pública por medio de Becas para madres solteras en la educación media superior, o Becas de apoyo para jóvenes madres o jóvenes embarazadas.

Lo más complejo de estudiar son las verdaderas causas por las que las estudiantes abandonan sus estudios y si la institución pudo hacer algo para evitarlo. En este sentido Santelices, Catalán, Kruger y Horn (2015) consideran que las investigaciones futuras deberían explorar las trayectorias de abandono y el reingreso de los estudiantes a las instituciones, poniendo especial énfasis en la transición entre las instituciones y los tipos de programas (por ejemplo, de técnica a profesional) o viceversa, situación que hoy en día es prácticamente desconocida.

De acuerdo a Miller y Arvizu (2016) las madres estudiantes son una muestra de sujetos contemporáneos que organizan la secuencia y la intensidad de sus eventos biográficos de acuerdo a expectativas y oportunidades, entre las cuales se cuentan políticas de inclusión cada vez más extendidas. Por ello, no se dejan de considerar la importancia de estudiar las características diferenciadas entre las madres estudiantes con hijos, sus necesidades y condiciones, para el avance en la equidad institucional para este grupo de mujeres.

<sup>1</sup> Dra. Leny M. Pinzón Lizarraga, Profesora de la Licenciatura y Maestría en el Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del TecNM/ Instituto Tecnológico de Mérida [lenypinzon@gmail.com](mailto:lenypinzon@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dra. Rocío Aguiar Sierra, Profesora la Licenciatura y Maestría en el Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del TecNM/Instituto Tecnológico de Mérida [raguiar@prodigy.net.mx](mailto:raguiar@prodigy.net.mx)

<sup>3</sup> Dra. Leyla Gisela Leo Peraza, Coordinadora académica del Programa PIFOD

<sup>4</sup> Br. Drawyn Joel Chacón Xool, estudiante de la Licenciatura en Administración

En consecuencia, este fenómeno aún requiere abordarse desde una perspectiva más amplia, más aún cuando es poco común encontrar sistemas integrados que incorporen el seguimiento de los estudiantes que salen de una institución desconociendo las circunstancias y motivos.

### Descripción del Método

Para obtener la información necesaria, se elaboró una Encuesta Orientada al Uso (EOU) con 10 preguntas generadoras, considerando los lineamientos de Michael Quinn Patton (2012). Este autor señala que este tipo de encuestas deben prestar especial atención a cómo hacer mejor uso de los hallazgos y experiencias resultantes de una evaluación en la vida real. Una evaluación EOU no recomienda un contenido, método o teoría en particular. Por el contrario, se trata de un marco orientador, y no de una metodología. De hecho, EOU puede incluir una variedad de métodos de evaluación dentro de un paradigma participativo general, ya que los usuarios estarán más inclinados a utilizar los resultados de un proceso en el que fueron protagonistas. Los procesos EO, de acuerdo a Ramírez y Brodhead (2013) deben ser evaluados de acuerdo con el uso de los hallazgos de la evaluación por los usuarios primarios. Este paso se puede considerar como la narración misma de cómo se desarrolló el proceso EOU, permitiendo que los usuarios y los evaluadores aprendan en base a su propia experiencia

Se consideró el inventario de las instituciones educativas del nivel medio superior y superior del cual se seleccionaron algunas escuelas considerando su tamaño y tipo de institución. Las instituciones sujetas al estudio de la ciudad de Mérida fueron 20 escuelas, 13 del nivel medio superior, conformadas por 10 públicas y 3 privadas, mientras que 7 fueron del nivel superior, conformadas por 4 escuelas públicas y 3 escuelas privadas.

Para las entrevistas se localizó a los 20 directivos de las instituciones sin embargo, solo accedieron participar 13, de los cuales 9 entrevistas correspondieron a directivos del nivel medio superior y 4 entrevistas al nivel superior.

El objetivo era entrevistar a los directivos, pero en ocasiones las instituciones preferían que se entrevistara a los coordinadores y/o psicólogos, o a cualquier personal que pudiera brindar la información necesaria y responder las preguntas. Así que no en todas las 13 instituciones se tiene la visión de los directivos, pero sí de algún personal cercano a la problemática.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Después de revisar y analizar cada una de las entrevistas a los directivos de las escuelas, se encontraron que las opciones de apoyo que las instituciones de nivel medio superior y superior ofrecen.

1. *Nivel Medio Superior*
  - a) *Justificaciones cuando dan a la luz o por enfermedad de su hijo (a)*. Esta situación se presenta especialmente en los primeros días después del parto, ya que el menor requiere de más cuidado, pero se otorga especialmente para la mamá cuando el parto no fue de forma natural y le requiera de cierto tiempo para poder reincorporarse a sus actividades escolares, razón por la cual se les otorga un mes o 40 días posteriores al parto. De igual manera se le otorga justificaciones por parte de las instituciones a aquellas madres estudiantes que requieran salir porque han sido notificadas que su hijo(a) está enfermo y requieran de unos días para poder atenderlo.
  - b) *Adaptaciones en materia de entrega de trabajos en clase o actividades de la escuela*. En dado caso que las madres estudiantes no pudieran llevar a cabo alguna actividad o materia se les otorga la facilidad de realizar otro tipo de trabajo. Por ejemplo, en la clase de educación física se les posterga la actividad, pero no las exenta de hacer las tareas correspondientes, ya que a lo mejor no podrán realizar la actividad de saltar y brincar, pero si tienen que continuar con la entrega de sus proyectos o, en su caso, a la adaptación que el maestro le tenga que hacer para poder evaluarla.
  - c) *Pláticas en el horario establecido con los tutores correspondientes, con un enfoque terapéutico*. Las instituciones ponen a disposición de los alumnos a orientadores o tutores, los cuales fungen como un medio para darles apoyo psicológico, emocional u orientación educativa. Contar con este apoyo les permite a las madres estudiantes tener información sobre las opciones para seguir estudiando, y sentirse acompañadas en este proceso donde a veces les parece que el mundo les ha cerrado las puertas. Principalmente se busca brindarles atención psicológica desde el momento en que las chicas se enteran de que están embarazadas, se les aconseja hablar con sus padres, apoyarlas en su decisión sobre el embarazo e incluso, se les acompaña en la forma en que desean plantear la relación con el padre y si este quiere ser parte o no. De igual manera, los tutores en sus horas de orientación están al pendiente de la relación de la estudiante con sus pares y en el caso de haber algún problema darle seguimiento. Existe un trabajo muy colaborativo con los tutores para que las alumnas tengan la confianza de poder externar sus problemas.
  - d) *Becas económicas*. Se proporciona la información necesaria para que las madres-estudiantes

obtengan becas, aunque estas sólo son otorgadas cuando se tiene un promedio especificado por la convocatoria. Existen varios tipos de becas federales que las instituciones ponen a disposición de las estudiantes, como por ejemplo la beca “yo no abandono”, talento, manutención, entre otras. Aproximadamente el monto mensual por estas becas es de \$1,000.00, cantidad que en definitiva ayuda a solventar algunos de sus gastos y contribuir a que continúen con sus estudios en vez de abandonar. Algunas escuelas canalizan a estas jóvenes con instituciones que proporcionan apoyo económico.

e) *Seguro médico.* Por solo el hecho de ser estudiante, el seguro médico está a disposición de todos los alumnos. Pero para el caso de las madres estudiantes se les dan facilidades para salir a sus consultas o cuando se sienten indispuestas. Cuentan con este apoyo para cualquier eventualidad durante el proceso del embarazo o en el postparto.

## 2. Nivel Superior

a. *Justificaciones por ausencias relacionadas con la salud del niño/la niña.* La salud de un recién nacido o de un niño menor de 6 años, se torna más vulnerable a contraer enfermedades, ya que sus defensas no son tan fuertes como las de un niño ya mayor. Las instituciones del nivel superior otorgan este tipo de apoyo, ya que en ocasiones las madres estudiantes piden permiso para poder faltar a clases debido a que su hijo(a) tiene alguna enfermedad que requiera de la atención de la mamá, por lo que requieren de estas justificaciones para poder atenderlo y posteriormente reincorporarse a sus actividades escolares. Aunque el estar estudiando a nivel universitario los permisos y el manejo de las faltas se da con mayor facilidad.

b. *Flexibilidad para la fecha de entrega de tareas, proyectos, debido a diferentes circunstancias.* Uno de los problemas que presentan las madres estudiantes de este nivel, es la falta de tiempo; las madres-estudiantes en este nivel educativo y por su edad la mayoría ya trabaja y estudia, por lo que el tiempo que les queda para dedicarse a sus labores extra-escolares es muy poco, y si tiene que cuidar al menor cuando llega de trabajar es menos probable que pueda realizar sus tareas o proyectos escolares. Esto lleva a las instituciones a buscar mecanismos de apoyo a las madres estudiantes, para que, poniéndose de acuerdo con el profesor, este pudiera darles otra fecha de entrega u otra modalidad de entrega para no atrasarlas o perjudicarlas, es un hecho que los profesores entienden la situación por la que pasan. El profesor es el que determina la manera en las que puede apoyar, estipulando otra fecha, otra manera de entrega, entre otros.

c. *Autorización para entrar tarde o salir temprano.* En ocasiones las madres estudiantes llegan tarde principalmente a su primera clase, debido a que tienen que llevar primero a su hijo(a) a la guardería o a casa de algún familiar para que lo cuide mientras la madre va a la escuela, por lo que se les otorga el permiso para poder entrar tarde hasta cierto límite de tolerancia, y en otros casos se les otorga la facilidad de poder retirarse temprano siempre y cuando el motivo sea relacionado con aspectos del menor. Esta situación mayormente depende del profesor, pues es con él directamente con el que se tratan este tipo de permisos. Esto se agrava cuando se estudia que los centros de atención a menores (guarderías) tienen horarios poco accesibles para madres estudiantes.

d. *Apoyo económico (exención de pagos en la escuela).* Este apoyo se ofrece en la mayoría de las instituciones, pues existen varios tipos de becas que las madres estudiantes pudieran adquirir siempre y cuando cumplan con los requisitos de las respectivas convocatorias. El apoyo que las becas otorgan es un monto mensual por \$1,000.00 misma cantidad que les ayuda a solventar sus gastos. En ocasiones las instituciones canalizan a estas muchachas que son madres y les realizan descuentos en su inscripción para contribuir a su economía o si su promedio es bueno, puede darse la situación de que queden exentas del pago de su inscripción, todo ello con la finalidad de que continúen con sus estudios.

e. *Asesoría psicológica.* Este es un apoyo esencial. A veces las personas no buscamos la manera de enfrentar los diferentes problemas que se nos presentan, más aún cuando el problema es inesperado y no se tiene la madurez suficiente para enfrentarlo, haciendo la situación y el entorno más complicado de sobrellevar. Razón por la cual, este es uno de los apoyos de vital importancia que ofrecen las instituciones del nivel superior a las madres estudiantes. De ahí que es importante la apertura y disposición de los encargados del área, puesto que se presentan todo tipo de problemas: escolares, familiares, sociales entre otros. Las estudiantes requieren en esos momentos, atención y consejos para poder enfrentar sus problemáticas y dar continuidad a su vida.

En general se pudo observar que, las instituciones de nivel medio superior y superior, ofrecen distintos tipos de apoyos a las madres estudiantes, apoyos básicos que están dentro de sus posibilidades, más, sin embargo, ello no significa que estos apoyos sean suficientes para ayudar a las madres estudiantes a concluir con sus estudios.

Una de las preguntas de la entrevista que es importante resaltar es la de *¿Cuáles son los tipos de apoyo que solicitan las madres estudiantes?*, ya que con base en ella se pueden conocer y clasificar las diferentes necesidades que ellas pudieran tener.

Pudo observarse que en ambos niveles educativos las respuestas fueron de manera consistente: (a) apoyo

en cuestión a los tiempos de entrega de las tareas o proyectos que pudieran tener, debido a la falta de tiempo con la que cuentan, ya que por dedicarle tiempo a su bebé o cualquier cuestión referente a él, no pueden realizar a tiempo sus tareas; (b) justificaciones por faltas cuando tienen citas médicas o en su caso piden apoyo por inasistencia, ya que en ocasiones se presentan algunos problemas con el hijo(a), por lo que no pueden acudir a sus respectivas clases; (c) becas o algún tipo de apoyo económico que la escuela pudiera ofrecerles, siendo este apoyo el más solicitado en la mayoría de las escuelas, ya que gran parte de las estudiantes cuentan con dificultades económicas, razón por la cual la mayoría no logra continuar con sus estudios.

Si bien son muchas las necesidades que presentan las madres estudiantes y aún son muy pocas las opciones de apoyo que las instituciones les ofrecen, es una realidad que estas pocas opciones si las favorecen y las ayudan a darle continuidad a sus estudios en cualquier nivel. Uno de los apoyos solicitados desde el punto de las madres, que tiene el mismo nivel de importancia que las becas económicas es contar con alguien o con una institución o espacio dentro de su misma institución que les ayude a cuidar a sus bebés, pero esto no aparece dentro de los apoyos de las IES ni siquiera como un plan a largo plazo.

### *Conclusión*

Después de haber analizado cada una de las entrevistas al personal indicado por las intuiciones concluimos, que estas son sólo algunas de las distintas opciones que ofrecen las instituciones de nivel medio superior y superior a las madres estudiantes, es importante conocerlas, para que posteriormente se pueda realizar una propuesta de opciones de apoyo que serían las idóneas que las escuelas ofrecieran a las madres estudiantes, todo ello con la finalidad de que las estudiantes no se vean en la necesidad de abandonar sus estudios, sino que por el contrario busquen la mejor manera de ayudarlas para poder concluirlos, finalidad última de este proyecto de investigación.

Sin embargo, ahondando en el panorama rescatado en las entrevistas con los directivos de las instituciones de educación media superior y superior es un poco "triste". Las instituciones si bien están dispuestas a dar apoyos, no tienen un registro ni control de cuántas de sus estudiantes se encuentran en estas circunstancias en sus planteles. Este desconocimiento es mayor en las escuelas de nivel superior que en las de nivel medio superior quizás debido a actores como la edad, donde aún se siente la necesidad de atender y proteger más que a nivel superior donde la mayoría de edad hace cambios en el comportamiento de los adultos respecto de estas estudiantes. Posiblemente, las madres estudiantes a este nivel son más reservadas y sólo llegan a conocer esta faceta de su vida sus verdaderos amigos.

En el nivel medio superior, los tutores y el personal dedicado a orientación son los que de alguna manera dan seguimiento a las jóvenes y vigilan su desempeño. Aunque esto no los ha llevado a crear o establecer un programa específico de atención, como un protocolo de comportamiento para estos casos. Sobre todo que las instituciones declaran que cada año tienen 1 o 2 jóvenes en estas circunstancias.

A pesar de todo, en la actualidad son muchas (19 de cada 100), las jóvenes que tienen un hijo(a) menor de 6 años, y que tienen aún la esperanza de continuar con sus estudios y sobre todo poder terminarlos, ya sea de nivel medio superior o superior, lo importante aquí es ver la manera de poder ayudar a que estas madres estudiantes logren terminar con sus estudios y no deserten de la escuela, por ello se considera importante que las instituciones en las que existen estos casos ofrezcan apoyos que realmente contribuyan a que estas jóvenes logren terminar sus estudios.

Es importante que las instituciones con ayuda del gobierno establezcan mecanismos o lineamientos que ayuden a las madres estudiantes, pero sobre todo que ofrezcan opciones de apoyo que realmente ayuden a estas jóvenes a terminar la escuela, ya que, si el país logra estar bien en el ámbito de la educación, es decir, disminuyendo cada vez la tasa de deserción escolar, toda la sociedad se verá beneficiada, y habrá un mayor desarrollo económico en el país.

### *Recomendaciones*

La situación económica del país afecta, como se ha dicho en otras ocasiones, de manera principal a los grupos más vulnerables, entre los que están los jóvenes y las mujeres. Si además se suman a estos factores un menor, la mujer se vuelve aún más frágil y su situación más endeble.

Es evidente que las madres estudiantes piden a sus propias instituciones educativas una serie de apoyos que les permitan continuar su trayectoria educativa con entereza a la par de dar a sus hijos las mejores condiciones de vida posibles. El rezago educativo es la tangente que toman las madres estudiantes dadas sus circunstancias, sin embargo es uno de los principales factores a evitar si se crean las condiciones que permitan flexibilizar la forma en que se estudia y se evalúa. En estos momentos de la era digital, no puede dudarse en que existen miles de formas para hacer que nuestros estudiantes aprendan fuera de los muros de las aulas.

Por otra parte, se ha de incorporar en las escuelas programas de apoyo y espacios para lactancia (ya vigentes en la reforma a la Ley presentada en abril de 2017), e incluso para la formación y atención de la joven quien debido a su edad requiere de personal con conocimiento de psicología, trabajo social para que sea atendida y acompañada.

### **Referencias**

Fonseca, G. y García, F. (Julio-Septiembre, 2016). Permanencia y abandono de estudios en estudiantes universitarios: un análisis desde la teoría organizacional. *Revista de la Educación Superior*, 45 (179) 25-39 <https://doi.org/10.1016/j.resu.2016.06.004>

Miller, D. y Arvizu, V. (enero-marzo, 2016). Ser madre y estudiante. Una exploración de las características de las universitarias con hijos y breves notas para su estudio. *Revista de la Educación Superior*, XLV-1 (177), pp. 17-42

Patton, M. Q. (2012). *Essentials of utilization-focused evaluation*. Thousand Oaks, CA: Sage

Ramírez, R. y Brodhead, D. (2013). *Las evaluaciones orientadas al uso. Guía para evaluadores*. Malaysia: Southbound Penang

Santelices, M., Catalán, X., Kruger, D. y Horn, C. (marzo, 2016). Determinants of persistence and the role of financial aid: lessons from Chile. *Higher Education*, 71 (3), pp. 323-342 <http://doi.org/10.1007/s10734-015-9906-6>

## Sospecha Criminal versus Principio de Inocencia

M.C.E. Carmen Amalia Plazola Rivera<sup>1</sup>, M.D. Victor Hugo Saldaña Guevara<sup>2</sup>, M.D. Luis Sandoval Figueroa<sup>3</sup>, M.D. Raúl Eduardo Vázquez Guerrero<sup>4</sup>

**Resumen\_ Recientemente la Suprema Corte de Justicia de la Nación ha determinado que a una persona se le puede molestar en su persona, en sus bienes, en sus documentos, en sus propiedades y posesiones cuando las autoridades tengan una "sospecha criminal" contra ella.**

**Pero la misma Constitución Mexicana establece una prohibición enfática prevista por los artículos 14 y 16. En la sospecha criminal no se hace diferencia alguna de personas, mientras la autoridad pueda vincularlos como sospechosos de algún crimen.**

**Esto es por demás violatorio de los derechos humanos, contradictorio a las disposiciones constitucionales, de ahí que la Suprema Corte de Justicia de la Nación debe reconsiderar esta disposición pues significa un retroceso específicamente en lo relativo al principio de inocencia "todos somos inocentes hasta que se demuestre lo contrario".**

**Por eso analizaremos el concepto de "sospecha criminal" y el por qué se considera contraviene el principio de "presunción de inocencia.**

**Palabras clave\_ Constitución mexicana, derechos humanos, presunción de inocencia, sospecha criminal, violación**

### Introducción

En los últimos tiempos y a raíz de que el Estado dio más importancia a los Derechos Humanos, se ha hecho hincapié en el principio de la Presunción de Inocencia, sin embargo, lastimosamente la Suprema Corte de Justicia de la Nación ha determinado que cuando se tenga sospecha criminal en contra de una persona podrá, la misma podrá ser molestada en sus bienes, persona, propiedades y posesiones atentando contra los derechos fundamentales del ser humano.

Creemos que esto no debe presentarse en el ámbito jurídico social porque, entonces, cualquiera puede ser molestado por alguna autoridad sin fundamento alguno y sin que haya una verdadera motivación jurídica y así vulnerar los derechos humanos de los individuos.

Por eso es que en el siguiente trabajo se trata de explicar qué se entiende por sospecha criminal y qué por presunción de inocencia. Porque una no puede estar acompañada de la otra, sino al contrario, por qué se vuelve contrarias y perjudiciales para lograr el fin común del derecho que es lograr el orden social común.

Es muy común que los policías, ya sea municipal o estatal pidan a un conductor o a un transeúnte lo detengan y le pidan que se identifique sobre todo si se acaba de cometer algún delito, haciendo una revisión inconstitucional. Ya no importa de qué tipo.

Por eso es importante determinar en qué consiste el principio de presunción de inocencia y por qué está mal que la se aplique el principio de la "sospecha criminal".

Por esa razón es importante recordar cuál es fin, la misión, la utilidad y la importancia del Derecho, y así sentar las bases que las normas jurídicas se crearon para la protección jurídica de la humanidad.

¿Cuál es el Fin, La Misión, La Utilidad y la Importancia de las Normas Jurídicas?

El derecho es un conjunto de normas jurídicas que regulan a la sociedad. Estas normas jurídicas sus características son el ser bilaterales porque así como generan derechos, generan obligaciones; son coercibles porque las personas que viven dentro del país deben acatarlas; son eternas pues los seres humanos deben exteriorizar su comportamiento de acuerdo al principio jurídico y son heterónomas porque un tercero las realiza y sólo las impone.

Ahora bien la misión del derecho es regular la conducta del hombre en la sociedad reconociendo siempre sus derechos y asegurando que cumpla con sus obligaciones.

Por otro lado, la importancia del Derecho es que deba existir, en la sociedad una igualdad jurídica, con respeto a las instituciones del Estado. Que la población entienda y perciba que se está en un Estado de Derecho basado en los principios de Equidad y de Justicia Social.

<sup>1</sup> M.C.E. Carmen Amalia Plazola Rivera. Profesor de asignatura de la Facultad de Derecho Tijuana. Universidad Autónoma de Baja California. carmen.plazola@uabc.edu.mx

<sup>2</sup> M.D. Victor Hugo Saldaña Guevara. Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Derecho Tijuana. Universidad Autónoma de Baja California. victor.saldana@uabc.edu.mx

<sup>3</sup> M.D. Luis Sandoval Figueroa. Director de la Facultad de Derecho Tijuana. Universidad Autónoma de Baja California. luis.sandoval@uabc.edu.mx

<sup>4</sup> M.D. Raúl Eduardo Vázquez Guerrero. Subdirector de la Facultad de Derecho Tijuana. Universidad Autónoma de Baja California. rvazquez57@uabc.edu.mx

El Derecho sirve para que la sociedad mejore en su convivencia en comunidad, limitando los derechos y haciendo caso al principio general que señala "Nuestro derecho termina cuando el del otro comienza" y así se logra que un ser humano respete a otro ser humano.

Por otro lado el derecho tiene varios fines como por ejemplo el bien común, la creación del Estado y la justicia y sobre todo y ante todo, la Seguridad Jurídica.

Por eso es importante establecer que un ser humano, un individuo dentro del país debe tener una seguridad que vaya más a la cuestión social o económica sino en una seguridad jurídica en donde el Estado no se permita vulnerar derechos humanos de ningún ente jurídico, sea persona física o persona moral.

Sin embargo, en nuestro país, todavía y a pesar de tantas reformas ha imperado el principio de sospecha criminal y no el de presunción de inocencia como ejemplo las detenciones para revisar a jóvenes con el fin de establecer si serán objeto de sujeción a proceso judicial.

### **¿Qué es el principio de la presunción de inocencia?**

Mucho se ha dicho que el Principio de Inocencia prevalece antes que considerar culpable a un individuo; sin embargo, esto en la práctica dista de ser cierto. Sobre todo si se está hablando de solo tener la sospecha criminal, o como lo ha considerado la Suprema Corte de Justicia de la Nación en su Sesión Pública Número 28 del 12 de marzo de 2018, cuando exista *sospecha razonable*.

En el Estado Mexicano, a partir del 2008 se incorporó como derecho explícito el Principio de Inocencia en la Constitución, por eso, y a partir de ahí, los funcionarios y servidores públicos deben trabajar con base y a favor de proteger los derechos humanos de cualquier persona

La presunción de inocencia debe ser un punto importante cuando se va a buscar un sujeto a quien se le causará una molestia en sus bienes, en su persona, en sus posesiones o en sus propiedades. Las autoridades actúan en contra de esos sujetos antes de demostrar fehacientemente y jurídicamente el por qué y el para qué son molestados, sobre todo si se acaba de cometer un delito, todo ello fundado en la ahora llamada sospecha razonable, es decir que se presume la posibilidad de la comisión de un delito.

La presunción de Inocencia según Marinda Marleny Castillo, consiste "es el derecho de toda persona acusada de la comisión de un delito, a ser considerada como inocente en tanto no se establezca legalmente su culpabilidad, a través de una sentencia definitiva" En los detenidos para investigación debe prevalecer el principio de inocencia siempre; al que le corresponde probar, en todo caso, la imputación del delito, es a la autoridad judicial, a través del Fiscal, y en primera instancias a la policía ministerial. Y a veces, parece que están presurosos de hacer culpable al que no lo es y así es como se cometen errores garrafales, los que terminan con la prisión de una persona que nada tiene o tuvo que ver con el delito que se investiga.

El principio de inocencia debe observarse desde el momento en que la autoridad tiene conocimiento del delito e inicia la investigación hasta que el juez emite una sentencia definitiva, es decir, que desde inicia la investigación con las personas que ha sido revisadas por considerarlas "sospechosas" de haber cometido algún delito pero que no justifica, de ninguna manera el encarcelamiento ni el trato como reo, ni como imputado, ni como procesado.

Solamente en los casos de flagrancia, se puede dar este tipo de detenciones y aun así, los agentes deben demostrar que es apreciable a simple vista o con todos los sentidos, que se está cometiendo un delito en ese preciso momento.

Por eso es que aun cuando se escucha muy bien este principio de presunción de inocencia, todavía la autoridad judicial, persiste en revisar "inocentes" a los que no se les ha demostrado su participación en la comisión de algún delito, todo ello basado únicamente en la sospecha razonable. Por eso es importante señalar algunos fundamentos legales sobre la presunción de inocencia. Es decir cuáles son los fundamentos del Principio de Inocencia.

### **¿Cuáles son los fundamentos constitucionales del principio de inocencia?**

Es importante señalar que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es protectora de los derechos humanos y va en contra de cualquier disposición que dañe el interés superior de un ser humano como lo es sus derechos humanos

Así se tiene que por un lado el artículo 14 Constitucional en su párrafo segundo señala que "Nadie puede ser privado de la libertad o de sus propiedades, posesiones o derechos, sino mediante juicio seguido ante los tribunales previamente establecidos, en el que se cumplan las formalidades esenciales del procedimiento y conforme a las Leyes expedidas con anterioridad al hecho". Con este artículo debe entender la autoridad judicial de no molestar a una persona, ya sea física o moral en ningún ámbito hasta que se cumpla las formalidades esenciales del proceso.

Insistimos que con motivo del criterio adoptado por la Suprema Corte de la Nación en su Sesión Pública Número 28, dejó de lado este derecho humano al considerar que se pueden las autoridades policiacas por lo que las mismas podrán restringir dicho derecho humano cuando se esté en su función investigadora de delitos, de ahí que se hable de la sospecha razonable. El problema será, las autoridades realmente están investigando o es una simple sospecha, no razonable.

Por su parte el Artículo 16 de la misma constitución en su primer párrafo señala que "Nadie puede ser molestado en su persona, familia, domicilio, papeles o posesiones, sino en virtud de mandamiento escrito de la autoridad competente, que funde y motive la causa legal del procedimiento". Y aquí se asevera que se requiere un mandamiento escrito motivado y fundamentado para molestar en sus bienes, persona, propiedades, etc.

En el Artículo 19 Constitucional en su primer párrafo nos señala que "Ninguna detención ante autoridad judicial podrá... sin que se justifique con un auto de vinculación a proceso..." lo cual desafortunadamente, en ocasiones, no lo hacen. No se esperan a que haya esa vinculación y entonces la autoridad judicial hace caso omiso de este artículo haciendo revisiones y detenciones sin ningún fundamento y motivación jurídica.

En el Artículo 20 señala que el proceso penal será acusatorio y oral. Se regirá por los principios de publicidad, contradicción, concentración, continuidad e inmediación. Y en el mismo artículo 20 nos dice en su primera Fracción dice que El proceso penal tendrá por objeto proteger al inocente... y ahí es donde se determina si el acusado es el culpable o el culpable es que acusa. Para eso es que se debe llevar un debido proceso legal. Porque nadie debe ser vencido sin llevar un juicio justo basado en la equidad.

Se concluye que en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, en su artículo 11, señala que "Toda persona acusada de delito tiene derecho a que se presuma su inocencia mientras no se pruebe su culpabilidad, conforme a la ley y en juicio público en el que se le hayan asegurado todas las garantías necesarias para su defensa". Todas las personas deben tener un juicio justo antes de ser revisado en su persona, bienes, propiedades, posesiones, familia. Ninguna autoridad tiene el derecho de violentar estas disposiciones constitucionales.

Ahora bien sería interesante señalar a quiénes pueden ser afectados si son tratados por sólo la sospecha criminal o por la actual sospecha razonable, permitiendo con ello la restricción admisible de los derechos humanos.

### **¿Quiénes pueden estar afectados?**

Definitivamente a todos afecta el no respetar el principio de la presunción de inocencia. Pues se podría pensar que va encaminada a los jóvenes, tanto hombres como mujeres, sin embargo no es la realidad.

Hoy en día los menores de edad están jugando un papel importante en materia delictiva; los delincuentes están usando a los menores de edad – de entre 11 a 17 años- para realizar los delitos de alto impacto y aunque existen leyes específicas para estos menores infractores, al ser privados de la libertad, sobre todo a los mayores de 15 los tratan como delincuentes.

Lo cierto es que cualquier persona que vaya caminando o en auto puede ser detenida por parte de las corporaciones policiales sin ningún fundamento y ninguna motivación y esta situación no debe ocurrir, por eso es que una persona que va a hacer revisada por alguna situación, siempre deba tener un debido proceso legal, por ende para que pueda proceder dicha revisión es necesario que se demuestre sin lugar a duda y que se advierta y perciba a través de los sentidos que la persona o personas está o cometiendo un delito o a punto de cometerlo.

Por eso es importante conocer qué se entiende por debido proceso legal y sus alcances y efectos legales, esto con el objetivo de que la persona entienda que debe estar protegida y no amenazada por las mismas autoridades.

### **¿A qué se le llama debido proceso legal?**

Ahora bien, es importante señalar que el debido proceso legal es una serie de actuaciones que la autoridad debe seguir para motivar y fundamentar alguna revisión, detención, ya sea temporal o definitiva, de una persona. Si una persona no lo ha sujetado a ese debido proceso legal, entonces, se le han violentado los derechos fundamentales.

Para la Secretaría de Gobernación el debido proceso legal "es el conjunto de formalidades esenciales que deben observarse en cualquier procedimiento legal, para asegurar o defender los derechos y libertades de toda persona acusada de cometer un delito"

Considera que el proceso legal sirve para defender, para asegurar nuestros derechos humanos y tan cierto como lo es que la Convención Americana de Derechos Humanos señala como derechos fundamentales la de *protección judicial*, y entonces cualquier persona puede exigir que se le demuestre fehacientemente que deben molestarlo ya sea en sus bienes, posesiones, propiedades, familiares y en su persona por un debido proceso legal seguido ante el órgano jurisdiccional competente.

Para Héctor Fix Zamudio el debido proceso es "el conjunto de condiciones y requisitos de carácter jurídico procesal que son necesarios para poder afectar legalmente los derechos de los gobernados" ya reconociendo una molestia pero reconociendo que mientras sea motivada y fundamentada jurídicamente es lo correcto.

Y es que en México tal pareciera que se aplica el principio de que "se es culpable hasta que se demuestre lo contrario" generalmente en cuanto se ha cometido un delito, todos alrededor de ese acontecimiento se vuelve automáticamente en sospecho. Por eso a continuación se explicará que es a sospecha criminal.

### **¿Por qué, entonces, la sospecha criminal?**

La sospecha criminal es considerar a una persona, no importando su estatus social, capaz de realizar un delito y con ello considerarlo peligroso. Sin embargo, esto es solo un prejuizar, por qué cuanta gente existe que aparentemente se porta bien en sociedad, y resultan los peores delincuentes del país.

Aun cuando la Corte ha explicado que si no se puede justificar jurídicamente la revisión de personas y automóviles no se tendrá como válido, sin embargo, también señalo que el policía puede realizar estos actos de inspección, si y sólo si, se encuentra ya en el marco de una investigación criminal o bien cuando exista una sospecha razonable.

Una investigación que dio lugar por una denuncia de hecho, ante el Ministerio Público o a la misma policía.

La Comisión Nacional de los Derechos Humanos sostiene que se han cometido arbitrariedades en la revisión de personas y automóviles por no contar con una adecuada orden de investigación, fundamentada y debidamente motivada.

Y es que, la situación del país provoca que los delincuentes sean todos los habitantes, niños, niñas, adultos y hasta adultos mayores. Cualquiera puede ser sospecho de un proceso criminal.

### **¿Cuál es la base de la sospecha criminal?**

La base de la sospecha criminal es porque todos parecen sospechosos; todos son capaces de cometer un delito, el que sea y con el principio de "todos son inocentes hasta demostrar lo contrario" resulta que aplicamos el dicho que dice "el que nada debe, nada teme" pero en México no se debe confiar en las autoridades mientras no se erradique la corrupción.

La base es que se requieren más arrestos porque el nuevo sistema penal acusatorio no permite tantas; la base es que mientras en México no impere la seguridad todos tendrán sospecha criminal.

En conclusión, creemos que si el Estado permite que un servidor o funcionario público aplique el principio de la sospecha criminal antes del principio de la presunción de inocencia se estará a que todos somos culpables hasta que se demuestre lo contrario, principio que, aun cuando no estaba especificado, se aplicaba, y una muestra de esto es cuando por el delito que sea, los presuntos delincuentes, se internaban en un reclusorio sin ningún tipo de prerrogativas.

Esto no significa que se quiere un país con delincuentes; esto significa que lo que se desea es que aplique un debido proceso legal imperando el principio de "todos son inocentes hasta que se demuestre lo contrario.

Que una persona sea juzgada y vencida en juicio aplicando el principio del debido proceso legal; que sea aplicada enteramente la equidad y la justicia y no porque resulte más rápido el que una persona pueda ser sospechosa de un crimen sea molestada en su persona y en sus bienes, se pide que antes de hacer algo en contra de alguien se fundamente y se motive jurídicamente para que pueda sea revisada y en su caso, sea arrestada.

### **Fuentes de información**

1. Monografías plus. Consultado el 1 de octubre del 2018  
<https://www.monografias.com/docs/Importancia-mision-utilidad-y-fines-del-derecho-P3HNNH2CBY>
2. Discover, Share, Learn Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<https://www.slideshare.net/juanluisgallo/misin-utilidad-y-fin-del-derecho>
3. IJPP Presunción de Inocencia Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<http://ijpp.mx/el-sistema-de-justicia-penal/presuncion-de-inocencia>
4. AGUILAR, MIGUEL ÁNGEL Presunción de Inocencia Apéndice de Jurisprudencia Relativa México 2015 Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<https://www.ijf.cjf.gob.mx/publicrecientes/2015/Presuncion%20web.pdf>
5. V lex España Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<https://practico-penal.es/vid/derecho-presuncion-inocencia-391378250>
6. Hechos y Derecho Revista UNAM Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/hechos-y-derechos/article/view/7322/9258>
7. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Consultado el 1ro de octubre del 2018  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1\\_270818.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_270818.pdf)
8. Suprema Corte de Justicia de la Nación Principios Rectores. Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<https://www.sitios.scjn.gob.mx/cursoderechopenal/sites/default/files/Lecturas/Principios%20del%20sistema%20acusatorio.pdf>
9. Universidad José Antonio Páez. Blog Juicio Oral y Público Penal Consultado el 1ro de octubre del 2018  
<http://juicioujap.blogspot.com/p/principiosrectores-del-juicio-oral-y.html>
10. Gob.Mx. Consultado el 2 de octubre del 2018  
<https://www.gob.mx/segob/articulos/que-se-entiende-por-derecho-al-debido-proceso-legal>

11. Cipriano Gómez Lara Debido Proceso como derecho humano pág. 343 Consultado el 2 de octubre del 2018  
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/4/1968/17.pdf>
12. Revista en el Acervo de la BJV ARS IURIS Instituto de Investigación Jurídica. Consultado el 2 de octubre del 2018  
<https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/ars-iuris/article/view/2569/2421>
13. Poder Judicial de la Federación Suprema Corte de Justicia de la Nación Consultado el 2 de octubre del 2018  
<https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/actas-sesiones-publicas/documento/2018-03-20/SP-28-320120523-0001.pdf>
14. Revista Animal Político Consultado el 2 de octubre del 2018  
<https://www.animalpolitico.com/2018/03/policias-inspeccionar-sin-orden-scin/>
15. Secretaría de Gobernación Diario Oficial de la Federación Consultado el 2 de octubre del 2018  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5529007&fecha=25/06/2018](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5529007&fecha=25/06/2018)

# ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES DE LA PROYECCIÓN REMOTA DE VIDEO 3D

Eddy Alberto Pola Jiménez<sup>1</sup>, Dr. Máximo López Sánchez<sup>2</sup>, Dr. Noé Alejandro Castro  
Sánchez<sup>3</sup>, Dr. Gerardo Reyes Salgado<sup>4</sup>

**Resumen**—En la última década, el video 3D ha sufrido un avance suficiente para adaptarse a las necesidades de la experiencia de los usuarios. A cada investigación innovadora que se avanza para el video 3D, más nos acercamos a la experiencia autoestereoscópica. En este artículo se exponen las tecnologías existentes con las que es posible obtener un video 3D, así como de transmitirlos sobre una red.

**Palabras clave**—Video 3D, Transmisión de video 3D, Proyección 3D remota, QUIC.

## INTRODUCCIÓN

Según Digital (2018), México ha pasado por un importante crecimiento en la penetración de internet en la última década. Más interesante ha sido observar el comportamiento que los internautas han tenido y las diferentes actividades que han estado desempeñando con este recurso.

Los estudios revelan que el 76.6% de la población actual de usuarios buscó acceso a contenidos audiovisuales y que un 56.6% de estos usuarios buscaron contenido relacionado con educación o capacitación<sup>5</sup>.

Estos mismos estudios revelan que en un ranking de actividades realizadas por las personas, de 70 millones el 55% ve películas en *streaming* mientras que el 31% ocupa el recurso para hacer videoconferencias y *videollamadas*, el 7° y 12° lugar de actividades, respectivamente.

Mientras los contenidos audiovisuales se convierten en una fuente de información o en un pasatiempo para el ocio, la tecnología 3D surgió para darle al usuario una experiencia fuera de lo convencional.

Aunque los primeros estudios que ayudaron a generar el video 3D como lo conocemos surgió en el siglo XX, la última década se ha encargado de popularizarlo, siendo este una de las grandes promesas de los contenidos audiovisuales.

Sin embargo, cuando se opta por utilizar video 3D en un caso específico como la proyección remota en tiempo real, surgen las interrogantes de qué protocolo utilizar específicamente para una transmisión acorde a su rendimiento y la compatibilidad con tecnología de video 3D.

## PROYECCIONES CONVENCIONALES

Según IAB (2016), México ocupa el 3er lugar mundial en el mercado para las grandes empresas servidoras de contenido. Sus estudios revelaron que el 93% de los usuarios veían videos en línea. Con esto, México se ha convertido en uno de los principales países donde se consume y se produce contenido de video.

Para compartir videos y reproducirlos bajo demanda o en vivo, los usuarios recurren a plataformas como Youtube, Facebook, Instagram, Google+ y Vine. Por otro lado, cuando se trata de videostreaming, empresas como Netflix, Amazon Prime Video, Hulu, Youtube TV, HBO now, entre otros; son líderes en Estados Unidos y América Latina.

<sup>1</sup> Estudiante de maestría en Ciencias de la Computación en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Cuernavaca, Morelos. [alberto.pola17ca@cenidet.edu.mx](mailto:alberto.pola17ca@cenidet.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Profesor investigador del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el departamento de Ciencias de la computación con la línea de investigación en Sistemas Distribuidos. Cuernavaca, Morelos. [maximo@cenidet.edu.mx](mailto:maximo@cenidet.edu.mx)

<sup>3</sup> Profesor investigador del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el departamento de Ciencias de la computación con la línea de investigación en Sistemas Distribuidos. Cuernavaca, Morelos. [ncastri@cenidet.edu.mx](mailto:ncastri@cenidet.edu.mx)

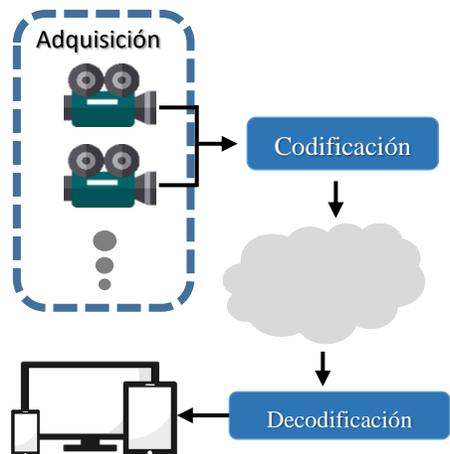
<sup>4</sup> Profesor investigador del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el departamento de Ciencias de la computación con la línea de investigación en Inteligencia Artificial. Cuernavaca, Morelos.. [greyes@cenidet.edu.mx](mailto:greyes@cenidet.edu.mx)

<sup>5</sup> (Digital, 2018)

Según Cisco (2015), para el 2019 se alcanzará el 80% de todo el tráfico de la red como videos IP. Y ABC (2017) cree que en España se triplicará en el año 2021 con respecto al año 2017 gracias al consumo de video.

### MODELO

Algunos autores ilustran la arquitectura de una transmisión en tiempo real de video 3D como sigue:



Aunque la transmisión en tiempo real es posible sin una codificación previa, no es recomendable. La necesidad de la compresión de video se da a partir de la limitación del ancho de banda y el tamaño que un archivo multimedia puede llegar a medir. Un video sin comprimir (*en bruto*) ocupará más espacio de disco y también más ancho de banda para ser transmitido.

La transmisión de video juega el papel más importante de este proceso, ya que si no se realiza de la manera correcta se verá reflejado en el dispositivo final donde el video vaya a ser reproducido.

Por último, la codificación se lleva a cabo en donde se supone el video 3D va a reproducirse. Para esto, el decodificador debe tener la compatibilidad necesaria con el codificador para poder hacer su trabajo. Hasta esta parte de la proyección involucra a un video multimedia común y corriente, sin embargo, cuando hablamos de video 3D hace falta una decodificación posterior para que el usuario pueda obtener la experiencia buscada. Esto implica que el video previamente haya tenido una codificación especial para que sea tratado como video 3D y que llamaremos técnicas de adquisición de video 3D.

### CODIFICACIÓN

Actualmente, las técnicas de codificación de video consisten en colocar a un video en un contenedor más pequeño. Esto se hace para poder transportarlo o poder ser utilizado sin consumir tantos recursos.

La siguiente tabla describe la cantidad necesaria de velocidad de transferencia de datos en un video comprimido y no comprimido.

Aplicación	Data Rate	
	Sin comprimir	Comprimido
Video Conference: 352x240@15fps	30.4 Mbps	64-768 Kbps
CD-ROM Digital Video: 352x240@30fps	60.8 Mbps	1.5 – 4 Mbps
Broadcast Video: 720x480@30fps	248.8 Mbps	3 – 8 Mbps
HDTV: 1280x720@60fps	1.33 Gbps	20 Mbps

Cuadro 1. Reducción del ancho de banda de videos comprimidos<sup>6</sup>

Un video comprimido se obtiene de aplicar códecs establecidos en estándares de video.

<sup>6</sup> (Martín & Robredo)

Tal como se menciona en Montero (2016), los codecs surgieron en 1991 de la mano de H.261 por ITU-T, entrando en este campo instituciones como ISO, SMPTE y hasta Google. Cada uno de los codecs ha sufrido constantes mejoras, evolucionando hasta lo que conocemos hoy en día.

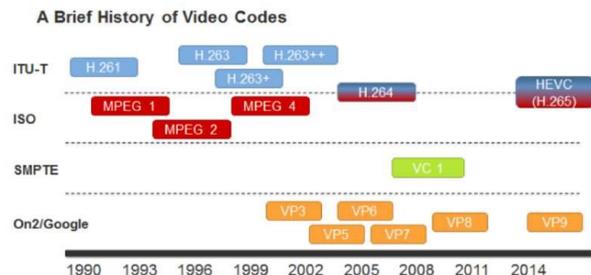


Imagen. Evolución de los Códecs de video<sup>7</sup>.

La elección del códec adecuado para la transmisión en tiempo real residirá mayormente en la velocidad de compresión y así como su eficiencia.

## TRANSMISIÓN

Mientras que la codificación de los videos reduce críticamente el tamaño de estos y así mismo la velocidad de datos requerida, las actuales técnicas de transmisión permiten hacer eficiente la utilización del ancho de banda. Además, las técnicas que hoy en día se implementan abordan problemas como el congestionamiento de la red, gestión de pérdida de paquetes, técnicas de uso eficiente del ancho de banda, multiplexado, etc; siendo los algoritmos adaptativos como la técnica más popular utilizada actualmente.

Algunas de las técnicas empleadas hoy en día para la transmisión remota de video son las siguientes:

- Algoritmos adaptativos como en Ozcinar, Ekmekcioglu, & Kondo (2014), Thang, Le, Pham, & Ro (2014), Petrangeli, y otros (2016), Wei & Swaminathan (2014)
- Transmisiones multivía como en Wu, y otros (2016).
- Codificación de video escalable (SVC) como en Sanna & Izquierdo (2013).
- Entre otros.

Cada una de las técnicas evoluciona con el paso del tiempo y la mayoría concuerdan que cuando se trata de entrega de contenido multimedia, la evaluación de la calidad de la experiencia (QoE) es el indicador para saber si el trabajo fue bueno o no.

Todas las técnicas de transmisión que existen se implementan con alguno de los dos protocolos de transporte: el protocolo de control de transmisión (TCP por sus siglas en inglés) y el protocolo de datagrama de usuario (UDP por sus siglas en inglés); Cada uno con sus ventajas y desventajas.

Quizás la novedad más prometedora que ha surgido en los últimos años es el protocolo Conexiones UDP Rápidas en Internet (QUIC por sus siglas en inglés). Este protocolo fue desarrollado por Google® en el 2013 y hasta apenas el 2016 fue ingresado a la IETF como primer borrador. Las aportaciones de QUIC son las siguientes:<sup>8</sup>

- Gestión de pérdidas de paquetes.
- Uso de sockets orientados a conexión.
- Reducción de tiempos de ida y vuelta y de latencias.
- Implementación de multiplexado para eliminar los bloqueos de línea de cabeza (HOL blocking por sus siglas en inglés).
- Nivel de seguridad a nivel de Seguridad de Capa de Transporte (TLS por sus siglas en inglés).

<sup>7</sup> (Montero, 2016)

<sup>8</sup> (Langley, y otros, 2016)

Actualmente QUIC se puede implementar con el navegador de código libre Chromium® o en modo standalone.

Cualquier técnica que se deseara implementar para transmitir video 3D de manera remota funcionaría sin mayores complicaciones ya que la codificación previa a la transmisión hace que un video 3D sea utilizado como un archivo multimedia cualquiera. Entonces, ¿Cómo se diferencia un video convencional de un video 3D? La respuesta viene a partir de transformación que el video sufre y que le da un formato característico diferente a la codificación que recibe cuando el video se comprime. Este punto es abordado en el siguiente capítulo

## ADQUISICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE VIDEO 3D

El formato del video puede adoptar muchos formatos en 3D. Así como en la codificación del capítulo IV, darle un formato de video 3D al archivo significa establecer los parámetros necesarios para que posteriormente tenga que ser decodificado y visualizado.

Así como se mencionó en el trabajo de Merkl & Müller (2010), se han creado muchos formatos de video 3D han y la mayoría de ellos se relacionan a dispositivos de despliegue en específico. Esto quiere decir que, en la mayoría de los casos, dependiendo del formato 3D que se elija es como se hará la elección el dispositivo de despliegue.

Algunos de los formatos de video 3D son:<sup>9</sup>

- Formato anáglifo cromático optimizado (OCA).
- Procesamiento independiente de las señales de video (CSV).
- Formato compatible en el cuadro HD (CFC).
- Formato video más profundidad (V+D).
- Formato de codificación de video multivista (MVC).
- Formato de MVC más profundidad (MVC+D).
- Formato de profundidad de video segmentado (LDV).
- Formato de video de profundidad mejorada (DES).

Al codificar el video en alguno de estos formatos, se elige el sistema de visualización. En el trabajo de González (2013) se mencionan algunos de los sistemas más utilizados:

- Visión libre paralela. Se toman dos imágenes con perspectiva diferente y se muestra una a cada ojo de manera paralela. Similar a los sistemas de visión binocular que empujan los lentes de realidad virtual.
- Visión libre cruzada. Se toman dos imágenes y a cada ojo se le muestra la imagen cruzada.
- Anáglifo. Se trata de imágenes que se filtran por color para cada ojo. Se utilizan con los lentes anáglifos.
- Polarización. Proyecta dos imágenes con diferentes grados de polarización cada una. Se visualiza con lentes oscuros polarizados de manera diferente en cada ojo.
- Efecto Pulfrich. Es un efecto que obtienen las imágenes en movimiento sobre un plano horizontal. Los fotogramas de retraso provocan que el cerebro perciba en 3D.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La demanda de contenido multimedia ha crecido de manera exponencial en la última década, no solamente en México sino a través de todo el mundo. Estas deberían ser las condiciones necesarias para que el Video 3D ganara cada vez más auge con respecto a otras tecnologías, sin embargo, los métodos baratos suelen generar una experiencia del usuario, pero más baja de lo esperada, y los métodos caros son muy difíciles de obtener para el usuario promedio.

Se sabe que los videos 3D no han tenido el crecimiento necesario entre la preferencia de los usuarios, debido a que los métodos estereoscópicos los obliga a utilizar alguna clase de artefacto para poder obtener la experiencia. A pesar de lo anterior, se sigue trabajando para obtener videos 3D que brinden una experiencia autoestereoscópica en la que no se tengan que usar esta clase de dispositivos; esto, a través de la percepción de una profundidad mejorada en los videos. Sin embargo, esta opción se vuelve más costosa, comenzando por los dispositivos de grabación, post-procesamiento y visualización.

<sup>9</sup> (Lumpié, 2014; Merkl & Müller, 2010)

Desde el descubrimiento de los sistemas estereoscópicos la exigencia de la velocidad de transferencia de bits ha crecido, siendo motivo para el desarrollo de diferentes tecnologías que trabajan desde la parte de la codificación hasta la transmisión de los videos 3D. Aunque algunas técnicas no fueron inventadas pensando en los videos 3D, nosotros creemos que vale la pena hacer el estudio del protocolo QUIC, ya que éste “redefine” al protocolo UDP de tal manera que aprovecha los bajos costos de latencia y se pone a la par (incluso más arriba) que TCP en cuanto a seguridad y gestión de pérdidas de paquetes. Logrando implementar esto, los métodos o las técnicas de adquisición que antes hacían uso de TCP o UDP, deberían resultar de una forma mucho más eficiente, además de mitigar otros problemas como errores de multiplexado (*HOL blocking* de TCP).

## AGRADECIMIENTO

Externamos un agradecimiento al CONACYT<sup>10</sup>, al TecNM <sup>11</sup>y al CENIDET <sup>12</sup>por brindarnos todo el apoyo y darnos una oportunidad más para aprender, demostrar nuestra capacidad y desempeño en el área de la investigación.

## REFERENCIAS

- Digital, E. (2018). *13° Estudio sobre los Hábitos de los Usuarios de Internet en México 2017*. INFOTEC.
- IAB. (2016). *White Paper Video*. IAB.
- Langley, A., Riddoch, A., Wilk, A., Vicente, A., Krasic, C., Zhang, D., . . . R. H. (2016). *The QUIC Transport Protocol: Design and Internet-Scale Deployment*. Google.
- Lumpié, V. J. (2014). *Análisis y evaluación de las técnicas utilizadas para la transmisión de video 3D*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Martín, J. A., & Robredo, G. A. (s.f.). *Compresión de Vídeo*. Universidad de Cantabria. Recuperado el Julio de 2018
- Merkl, P., & Müller, K. (2010). *3D Video: Acquisition, Coding, and Display*. IEEE.
- Montero, F. D. (2016). *Video Streaming de alta calidad sobre plataformas de distribución de contenidos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 2018
- Ozcinar, C., Ekmekcioglu, E., & Kondo, A. (2013). *Dynamic Adaptive 3D Multi-View Video Streaming over The Internet*. ACM.
- Ozcinar, C., Ekmekcioglu, E., & Kondo, A. (2014). *ADAPTIVE 3D MULTI-VIEW VIDEO STREAMING OVER P2P NETWORKS*. IEEE.
- Petrangeli, S., Hooft, J. v., Wauters, T., Huysegems, R., Alfaca, P. R., Bostoen, T., & Turck, F. D. (2016). *Live Streaming of 4K Ultra-High Definition Video over the internet*. ACM.
- Sanna, M., & Izquierdo, E. (2013). *Live Scalable Video Streaming on Peer-to-Peer Overlays with Network Coding*. IEEE.
- Thang, T. C., Le, H. T., Pham, A. T., & Ro, Y. M. (2014). *An Evaluation of Bitrate Adaptation Methods for HTTP live streaming*. IEEE.
- Wei, S., & Swaminathan, V. (2014). *Low Latency Live Video Streaming over HTTP 2.0*. ACM.
- Wu, J., Yuen, C., Cheng, B., Yang, Y., Wang, M., & Chen, J. (2016). *Bandwidth-Efficient Multipath Transport Protocol for Quality-Guaranteed Real-Time Video Over Heterogeneous Wireless Networks*. IEEE.

<sup>10</sup> Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

<sup>11</sup> Tecnológico Nacional

<sup>12</sup> Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

# LAS TUTORÍAS COMO POTENCIADOR DE LOS VALORES Y DEL APRENDIZAJE

Dra. María Guadalupe Ponce Contreras<sup>1</sup>, MCE. María Ascención Tello García<sup>2</sup>, MCA. José Luis Nuncio Domínguez<sup>3</sup>, MSP. Irma Fabiola Covarrubias Solís<sup>4</sup> y Pedro Antonio Sánchez Trejo<sup>5</sup>

**Resumen-** El objetivo es analizar la relación que existe entre las tutorías, los valores y el aprendizaje que presentan los alumnos de la Facultad de Ciencia Educación y humanidades. Población: integrada por 200 alumnos. La muestra fueron 70 alumnos y es no probabilística. Instrumento, se conforma de 66 reactivos y se divide en 4 secciones, se utiliza un a escala decimal. Resultados, se analizan: frecuencias y porcentajes, nivel integracional y de regresión. Las edades oscilan entre los 18 a 26 años, en su mayoría son mujeres. El aprendizaje que se da en este, está estrechamente relacionado con la reflexión que se lleva a cabo, fortaleciendo en el sujeto valores como la amistad la felicidad y la confianza mejorando de igual manera el crecimiento personal y el desarrollo de habilidades, la inteligencia es otro de los valores del aprendizaje que se mejora en el sujeto cuando lo vinculamos con las tutorías.

**Palabras claves:** Tutorías, valores, aprendizaje, estudiantes.

## Introducción

La tutoría, a través de diversas modalidades y aplicaciones, ha ido asentándose en el mundo de la enseñanza en cualquiera de sus niveles y etapas, tanto el alumno como el maestro deben adquirir un compromiso para que el objetivo de la tutoría se cumpla, el tutor debe crear climas de confianza para que favorezca el proceso enseñanza-aprendizaje, debe motivar al estudiante para que su formación académica mejore y se vuelva activa y constructivista, debe apoyar al alumno en el desarrollo del uso de estrategias para sus estudios y estimular al estudiante para que desarrolle competencias que le ayuden a integrarse a una sociedad. En una investigación realizada en el 2007 se menciona que el acompañar a un alumno durante el trayecto de su vida universitaria, deja la gran experiencia de ser amigos en una situación de apoyo y orientación, y al mismo tiempo la satisfacción de ser académicos cuando nos mostramos como la guía del conocimiento que disipe las inquietudes de nuestros jóvenes. La siguiente investigación se realiza con el objetivo de analizar la relación que existe entre las tutorías, los valores y el aprendizaje que presentan los alumnos de la Facultad de Ciencia Educación y humanidades, esto surge a partir de observar que alumnos y tutores no toman la responsabilidad de realizar el proceso de acompañamiento. Algunos factores que se tomaron en cuenta para determinar cómo es que se realiza el programa de tutorías son: cada cuando son las sesiones y duración. La metodología que se utilizó partió del diseño de un instrumento, en el que los participantes de acuerdo a su experiencia daban su punto de vista acerca del programa de tutorías que se llevan a cabo en la Facultad, después se realizó la base de datos para así realizar el procesamiento estadístico de cada nivel. El Beneficio que se dará a la institución, será el de darle a conocer al personal encargado de las tutorías, si toman la responsabilidad tanto tutores como alumnos del proceso que se debe llevar a cabo en el programa. Para finalizar un punto importante que se desarrollará dentro del proyecto de investigación, será la propuesta de intervención que se planteará como posibles soluciones a los problemas que se detecten en el desarrollo de investigación. Objetivo general. Analizar la relación que existe entre las tutorías, los valores y el aprendizaje que presentan los alumnos de la Facultad de Ciencia Educación y humanidades en la Licenciatura de Ciencia, Educación y Humanidades.

**Marco Teórico.** Tutorías: La necesidad de instrumentar alternativas para mejorar la calidad y la eficiencia escolar, constituye una preocupación en todas las sociedades. Surge así una propuesta para generar nuevos cambios; el Programa Institucional de Tutoría está orientado en dos vertientes: cualitativa y cuantitativa. Desde el plano cuantitativo se busca disminuir el fracaso escolar o la deserción, revisando y analizando los factores, influencias y estadísticas de reprobación escolar, deserción, baja productividad y, en el plano cualitativo, se propone dar respuesta atendiendo las necesidades socio-afectivas de los estudiantes que favorecen o no el rendimiento académico.

<sup>1</sup> Dra. María Guadalupe Ponce Contreras. [mariaponce@uadec.edu.mx](mailto:mariaponce@uadec.edu.mx) Docente investigador de tiempo completo, postgrado en Ciencias de la Educación, maestría en Metodología de la Investigación, Especialidad en Enfermería Quirúrgica, En Administración de los servicios de Enfermería, Encargada de la SEDE de Investigación Campos Clínicos.

<sup>2</sup> MCE. María Ascención Tello García. Master en enfermería, docente investigador de tiempo completo. Amplia experiencia como ponente Nacional e internacional. Encargada del departamento de Especialidad [mtello@uadec.edu.mx](mailto:mtello@uadec.edu.mx)

<sup>3</sup>El MCA. José Luis Nuncio Domínguez. Docente Investigador de tiempo completo, tiene amplia experiencia como ponente en congresos Internacionales y Nacionales.

<sup>4</sup> MCS Irma Fabiola Covarrubias Solís. Docente investigadora de tiempo completo. Amplia experiencia como ponente Nacional e internacional. Encargada del departamento Administrativo.

<sup>5</sup> Pedro Antonio Sánchez Trejo estudiante del quinto semestre de la carrera de Licenciatura en Enfermería de la Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Saltillo. Ha participado en varios congresos Nacionales.

En este sentido, la orientación prioritaria hacia el aprendizaje auto dirigido (aprender a aprender, aprender a emprender y aprender a ser) y la formación integral con una visión humanista, constituyen un gran valor para lograr los objetivos, con lo cual la adaptación del estudiante al ambiente escolar y al fortalecimiento de estudio de trabajo, son elementos puntuales a los que se da importancia (Villanueva, 2005). Uno de los indicadores de calidad más importantes en la educación es contar con servicios eficientes y oportunos de atención individual y grupal a los estudiantes mediante las *tutorías*.

De acuerdo con ANUIES (2008), la tutoría consiste en un proceso de acompañamiento durante la formación de los estudiantes, que se concreta mediante la atención personalizada a un alumno o a un grupo de alumnos, por parte de académicos que hayan sido capacitados para esta función, apoyándose conceptualmente en las teorías del aprendizaje. El autor Sánchez (2002) explica que: Una tutoría es una ayuda u orientación al alumno o a un grupo que el profesor y/o tutor puede realizar con un conjunto sistematizado de acciones educativas centradas en el estudiante y que es complementaria a la docencia frente a grupo (2002, pp. 30).

La Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl (2000) da a conocer las características que debe de tener una tutoría:

1. Se considera una tarea sustantiva que comprende un conjunto de actividades Educativas para fomentar el desarrollo integral del estudiante.
2. Orienta y acompaña al alumno durante su proceso de enseñanza aprendizaje.
3. Apoya en situaciones relacionadas con el desarrollo psico emocional del estudiante.
4. Orienta y canaliza al alumno para atender factores psicopedagógicos, socioculturales, Socioeconómicos y académicos.
5. Implementa actividades estructuradas basadas en la elaboración de un Plan de Intervención Tutorial, a partir del Programa de Tutorías según corresponda.
6. Realiza un trabajo organizado y sistemático, apoyado en instrumentos para el diagnóstico, el seguimiento y la evaluación, que permitan medir cualitativa y cuantitativamente el impacto de las acciones tutoriales en el desempeño de los estudiantes.
7. Implica diversos niveles y modelos de intervención dentro de la actividad docente.
8. Planea acciones educativas centradas en el estudiante.
9. La tutoría puede ser individual o grupal.
10. Se realiza en momentos

Es importante resaltar la diferencia que existe entre una tutoría de la asesoría académica. Esta última es una actividad asumida por los maestros para objetivos muy precisos, tales como direcciones de tesis, direcciones de proyectos, coordinación de prácticas profesionales y resolución de dudas por parte del alumno. Por otra parte la tutoría pretende orientar y dar seguimiento al desarrollo integral de los estudiantes en los aspectos cognoscitivos, afectivos y sociales del aprendizaje, es por esta razón que el tutor debe estar siempre atento al desarrollo del aprendizaje del estudiante y canalizar al alumno en caso que presente problemas para que este reciba atención especializada. La tutoría es un proceso orientador en el que participan los docentes para ayudar a los alumnos en su proceso de aprendizaje, con lo que se ha convertido en una posibilidad de mejorar el aprovechamiento escolar. En las tutorías los profesores se ocupan directamente de atender a los estudiantes acerca del proceso que estos siguen para aprender, y pueden diseñar estrategias metodológicas que les permiten atender el estilo de aprendizaje de cada alumno. (Nando, 2010).

Para la autora Sánchez (2013) menciona que la tutoría en un proceso de acompañamiento de académico durante la formación de los estudiantes, tendiente a mejorar su rendimiento académico, lograr los perfiles de egreso, desarrollar hábitos de estudio y trabajo, cuya herramienta básica se encuentra en los procesos de orientación tutorial y la canalización a otras instancias de apoyo. Dicho acompañamiento se concreta mediante la atención personalizada a un estudiante o a un grupo de estudiantes por parte de profesores, que para tal fin hayan sido capacitados y designados como tutores. Se ofrece a los estudiantes: 1. Reforzar el proceso enseñanza-aprendizaje y los hábitos de estudio. 2. Canalizar a asesorías por materias que la institución brinde, y ofrecer las opciones de refuerzo que se organicen para apoyar la nivelación de conocimientos básicos en materias con alto índice de reprobación. 3. Canalizar al apoyo psicológico que la institución brinde, o en su caso a instituciones externas. 4. Orientar y asesorar en la definición de su plan de estudios o sea en la elección planificada de su secuencia reticular a lo largo de su carrera. 5. Orientar e informar sobre su organización y procedimientos institucionales, tales como becas, seguros escolares y otros beneficios que la institución ofrece a sus estudiantes.

La universidad Tecnológica Nezahualcóyotl (Op.Cit) y menciona que existen dos clasificaciones de la tutoría las cuales son: Tutoría Individual. Actividad que facilita la identificación de las necesidades particulares del alumno para evaluar, orientar, canalizar y dar seguimiento en su trayectoria académica que le permita aprovechar sus fortalezas individuales. Tutoría Grupal. Actividad mediante la cual se identifican las necesidades grupales para evaluar, orientar, canalizar, dar seguimiento y proponer alternativas de solución a los problemas detectados, con la finalidad de propiciar una integración que incida positivamente en el aprovechamiento académico, además de favorecer las relaciones interpersonales (2000, pp. 8)

A continuación se muestra un análisis del proceso de tutorías que se llevan a cabo en diferentes universidades y tecnológicos. Citando el ejemplo de la UAdeC se puede ver que el enfoque va más allá de establecer un vínculo entre el alumno y el maestro tal y como se concibe su programa en el programa del CEA podemos observar como buscan reducir la deserción y sus índices reprobatorios dentro de sus estudiantes a través de un seguimiento personalizado de sus alumnos. El instituto tecnológico de monterrey busca fortalecer a sus estudiantes teniendo la participación activa de los padres de familia dentro del proceso de enseñanza aprendizaje brindándole información, apoyos académicos, medios y estímulos necesarios para su formación integral y que puedan tener todas las herramientas necesarias para su desempeño en el campo laboral. Como se puede observar cada plantel presenta variables en sus programas de tutorías sin embargo todos buscan el desarrollo integral de él educando mediante el apoyo por parte del personal docente para disminuir los índices de deserción de las escuelas y los índices reprobatorios.

*En cuanto al concepto de Aprendizaje:* Cuando escuchamos la palabra aprendizaje, a la mayoría nos viene a la mente el estudio y la escuela. Pensamos en materias o en habilidades que intentemos dominar, como el álgebra, el español, la química. Sin embargo, el aprendizaje no se limita en el ámbito académico. Aprendemos todos los días de nuestras vidas. Los bebés aprenden a mover sus extremidades; los adolescentes se aprenden las letras de todas sus canciones favoritas; las personas de mediana edad aprenden a cambiar la dieta y hábitos de ejercicio, y cada ciertos años aprendemos a encontrar un nuevo estilo de vestir atractivos. Así mismo continua mencionado que el aprendizaje ocurre cuando la experiencia genera un cambio relativamente permanente en los conocimientos o las conductas del individuo. El cambio puede ser deliberado o involuntario, para mejorar o empeorar. Para que se considere aprendizaje, este cambio debería ocurrir mediante la experiencia: por la interacción de una persona con su entorno. Los cambios ocasionados solo por la maduración. Woolfolk 2006.

De acuerdo con Ardila (1985), dice que un aprendizaje es un proceso que se manifiesta por cambios adaptativos de la conducta individual como resultado de la experiencia. Es un cambio relativamente permanente del comportamiento que ocurre como resultado de la práctica (pp. 17-18).

El autor Ruiz (2002), refiere que el aprendizaje también puede ser un cambio estable que existe como resultado de experiencias en las personas, este no se puede explicar por un estado transitorio del organismo, que es la maduración, mediante el cual se asimilan nuevas informaciones ya sean hechos, conceptos, procedimientos, valores etc. Pensamos que todos podemos construir nuevas representaciones mentales significativas y funcionales que son llamados conocimiento, que con el tiempo se pueden aplicar en diferentes contextos en donde se aprende. Además dice que todo nuevo aprendizaje es por definición dinámico, por lo cual es susceptible de ser revisado y reajustado a partir de nuevos ciclos. Por ello se dice que el aprendizaje es un proceso inacabado y en espiral. Se puede decir que el aprendizaje es la cualificación progresiva de las estructuras con las cuales un ser humano comprende su realidad y actúa frente a ella (parte de la realidad y vuelve a ella). (pp. 30)

Sin embargo Warren (2007) menciona que: El aprendizaje puede ser una actividad individual que se desarrolla en un contexto social y cultural. Esto es el resultado de procesos cognitivos individuales mediante los cuales se asimilan e interiorizan nuevas informaciones (hechos, conceptos, procedimientos, valores), también se construyen nuevas representaciones mentales significativas y funcionales (conocimientos), que después se pueden aplicar en situaciones diferentes a los contextos donde se aprendieron. Aprender no solamente consiste en memorizar información, es necesario también otras operaciones cognitivas que implican: conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar, y valorar. En cualquier caso, el aprendizaje siempre conlleva un cambio en la estructura física del cerebro y con ello de su organización funcional (2007, pp. 19-20)

Para Bowel (2007), la definición de aprendizaje asegura que existen ciertos procesos que se llevan a cabo cuando una persona se dispone aprender; por ejemplo los estudiantes, en sus actividades realizan múltiples operaciones cognitivas que logran que sus mentes se desarrollen fácilmente. Dichas operaciones son cuando la persona percibe, observa, lee e identifica, una vez hecho esto se realiza un proceso de retención en donde se memoriza o recuerda y por último, se reflexiona, es decir, se analiza, se compara, ordena, interpreta y critica lo que ha percibido. También puede hablarse de las operaciones creativas, expresivas simbólicas y expresivas del tipo de prácticas; en las primeras se explora, transfiere y predice como se crea o imagina; en las segundas se representa o comunica mediante el uso de los lenguajes. Y en la última se aplica lo aprendido utilizando las herramientas necesarias (pp. 12-14)

El aprendizaje también nos habla sobre las teorías del aprendizaje, que nos ayuda a comprender, predecir y controlar el comportamiento humano, elaborando a su vez estrategias de aprendizaje y tratando de explicar cómo los sujetos acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades en el razonamiento y en la adquisición de conceptos (Concepciones Acerca del Aprendizaje, 2007)

En cuanto a los Valores que es otro eje de la investigación: Valoramos y somos valorados. Valoramos las acciones de los otros, valoramos las personas de nuestro entorno y valoramos los objetos que nos rodean; simultáneamente, los otros valoran nuestras acciones y valoran nuestra persona. Los humanos no sabemos vivir sin valorar; no tenemos una actitud indiferente y pasiva frente a la realidad, sino que la sentimos bella o fea, buena o mala, agradable o penosa (Larroyo,

1983, pp. 187). Hablar de valores, de ética, de formación valorar o moral parece fácil. Sin embargo, a través de la historia vemos que han sido y son muchas las escuelas, y las posturas al respecto. Para el propósito de esta aportación, incluimos en términos generales una definición de valor, así como algunas de las teorías que han contribuido a estudiar el desarrollo moral del individuo y que de algún a forma podrían utilizarse como apoyo o guía a la hora de implementar algunas estrategias didácticas o metodológicas (Secretaría de Educación Pública de Coahuila, 1999).

En cambio la Secretaría de Educación Pública (1999) define los valores como: VALOR: es el carácter, cualidad o característica por la que un ser, hecho o cosa despierta aprecio, estima o admiración. Con base en lo anterior, podemos afirmar que en nuestra vida cotidiana existen diferentes tipos de valores: económicos, alimenticios, artísticos, éticos, etcétera.

Fundación Televisa (2013) menciona que si la educación desea formar seres humanos íntegros, su tarea es fortalecer los valores individuales y socio culturales que señala el artículo 3° de nuestra constitución. Atribuimos un valor a una acción cuando afirmamos que es buena, atribuimos un valor a una persona cuando decimos que es bella, atribuimos un valor a un objeto cuando afirmamos que es útil.

Los valores pueden variar mucho según las culturas, las familias o los individuos. Existen diferentes tipos de valores: *Valores familiares:* Hacen referencia a aquello que la familia considera que está bien y lo que está mal. Tienen que ver con los valores personales de los padres, aquellos con los que educan a sus hijos, y aquellos que los hijos, a medida que crecen, pueden aportar a su familia. Los valores familiares son los primeros que aprenderá nuestro.

*Valores socioculturales:* Son los valores que se encuentran en la sociedad en el momento en que vivimos. Estos valores han ido cambiando a lo largo de la historia y pueden coincidir o no con los valores familiares.

*Valores personales:* son aquellos que el individuo considera imprescindibles y sobre los cuales construye su vida y sus relaciones con los demás. Acostumbran a ser una combinación de valores familiares y valores socioculturales, además de los que el propio individuo va aportándose a sí mismo según sus vivencias personales.

*Valores materiales:* Los valores materiales son aquellos que nos permiten nuestra subsistencia y son importantes en la medida en que son necesarios. En la actualidad, vivimos un alza a nivel social, de los valores materiales: el dinero, los coches, las viviendas y lo que a todo esto se asocia como el prestigio, la buena posición económica, etc.

*Valores éticos y morales:* Son aquellos que se consideran indispensables para la correcta convivencia de los individuos en sociedad. La educación en estos valores depende, en gran parte, de que se contemplen en aquellos valores que la familia considera primordiales, es decir, que entre los valores familiares que se transmitan a los hijos estén estos valores ético-morales imprescindibles como los que se muestran a continuación:

*Respeto:* tiene que ver con aceptar al prójimo tal como es, con sus virtudes y defectos, reconociendo sus derechos y necesidades. Decir las cosas educadamente, sin herir, violentar o insultar a nadie, son muestras de respeto.

*Sinceridad:* la sinceridad es el pilar en el que se sustenta la confianza. Para que nuestros hijos no mientan, no debemos abusar de los castigos: los niños mientan por miedo al castigo.

*Cortesía:* tiene que ver con el respeto, la consideración y los modales. No tiene que ver con no poder hacer algunas cosas porque no es de buena educación, sino en hacerlas diciendo “por favor”, “gracias” y “¿puedo?”.

*Tolerancia:* tiene que ver con la aceptación y el respeto hacia la gente que es diferente, a lo que nos resulta extraño, desconocido o poco habitual.

*Responsabilidad:* tiene que ver con la confianza que tenemos en que nuestros hijos sabrán asumir algunas tareas y las cumplirán. Tiene que ver con la conciencia de que los actos o el incumplimiento de los mismos tienen consecuencias para otras personas o para nuestro propio hijo.

*Igualdad:* Derecho de todos los seres humanos a ser tratados por igual ante la ley.

*Autoestima:* Actitud valorativa hacia uno mismo.

La responsabilidad que tienen los padres en la transmisión de estos valores a nuestros hijos es crucial. Los valores no se transmiten vía genética, por eso es tan importante tenerlos en cuenta en la educación. Pero debemos saber que los valores no se enseñan independientemente del resto de cosas, ni a través de grandes explicaciones o dando una lista con aquello que consideramos correcto y lo que no, esperando que nuestros hijos la memoricen (Vázquez, 2007, pp. 19-20) Los valores se transmiten a través del ejemplo práctico, a través de la cotidianidad, de nuestro comportamiento en el día a día, en aquello que los hijos observan hacer a sus padres. En la actualidad, intentamos educar a nuestros hijos en el respeto, la tolerancia, la renuncia a la violencia, la consideración y la cortesía, pero vivimos en una sociedad en la que nuestros hijos pronto descubren que también imperan otros valores muy diferentes como el liderazgo, el egoísmo, la acumulación de dinero, el ansia de poder, e incluso el racismo y la violencia. Los valores familiares determinarán, en gran medida, el buen criterio que tenga nuestro hijo para considerar estos otros valores como aceptables o despreciables, o para saber adaptarlos a su buen parecer de la mejor manera posible.

## Descripción del Método

### *Desarrollo y ejecución de la investigación*

Antes de realizar las lecturas de la presente investigación se procedió a realizar el procesamiento estadístico del nivel descriptivo (Frecuencias y porcentaje) aquí se analiza los datos generales de las personas encuestadas, después se realizó el nivel integracional (Análisis factorial) este nivel se utiliza para el estudio e interpretación de las correlaciones entre un grupo de variables y por último el nivel integracional (análisis de regresión) este nivel se utiliza para el estudio e interpretación de las correlaciones entre un grupo de variables.

**Población:** La población está integrada por 200 alumnos de la Facultad de Ciencia Educación y Humanidades, los cuales se dividen en la licenciatura en ciencias de la educación, letras españolas y las maestrías en ciencias de la educación y metodología de la investigación. **Muestra:** En esta investigación la muestra que se utilizará es la no probabilística ya que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador. La muestra consta de 70 alumnos de 4°, 6° y 8° semestre se eligieron estos alumnos ya que al ingreso de las generaciones el programa de tutorías estuvo vigente.

**Instrumento:** El instrumento de la presente investigación fue diseñado para analizar el impacto de las tutorías, valores en el aprendizaje de los estudiantes la Licenciatura Ciencias de la Educación, este instrumento fue aplicado a 70 alumnos de la escuela anteriormente mencionada, se conforma de 66 reactivos los cuales se divide en 4 secciones. En la primera sección, en la parte superior de dicho instrumento se localizan los escudos de las 2 instituciones que avalan esta investigación y el nombre de cada institución, posteriormente se localizan las instrucciones para contestar la parte de datos generales en el cual se localizan variables como sexo, edad entre otras. Estas variables serán contestadas de acuerdo a la experiencia de cada participante. En la segunda sección se encuentran las instrucciones de cómo será contestada esa parte en donde se indica que para contestar las preguntas se utilizará una escala decimal (0-10), esta sección está destinada a saber en qué medida las tutorías que se realizan en la escuela cumplen con aspectos como: ayuda, orientación, seguimiento entre otras. En la tercera parte se cuestiona si es que los valores por parte de los alumnos y maestros tienen relación con el programa de tutorías, en esta sección se encuentra una tabla con los valores de los alumnos y otra con los maestros en las cuales se contestará con una escala de 0 a 10. En la cuarta parte se pregunta que si el llevar a cabo las tutorías beneficia en el aprendizaje de los estudiantes con elementos como por ejemplo experiencia, destrezas, memorizar información entre otros. Por último, se muestra un agradecimiento por haber colaborado en contestar la encuesta.

**Resumen de resultados:** En el presente capítulo se muestran los resultados extraídos de los procesos estadísticos. El análisis de confiabilidad Alpha de Crombach fue de .87. Para objetivar los elementos del procesamiento estadístico, en los cuales se analizaron los niveles de la estadística, frecuencias y porcentajes, nivel integracional y de regresión.

**Frecuencias y porcentaje:** Con respecto al nivel de frecuencias y porcentaje se puede observar que los participantes que contestaron la encuesta sus edades oscilan entre los 18 a 26 años de edad, en su mayoría son mujeres (82%), el resto son hombres. La facultad de Ciencia, Educación y Humanidades cuenta con el programa de tutorías, sin embargo existen personas que desconocen este dato. Existe una irresponsabilidad por parte de los tutores ya que las sesiones a las cuales deben de asistir los alumnos nunca han asistido ya que los tutores nunca les han asignado una fecha para las actividades, una minoría menciona que cada mes asisten a las sesiones la duración de cada sesión va de una hora a dos horas, la forma en que se realizan las tutorías son presenciales. Así mismo se destaca que la tutoría es considerada una estrategia educativa para la atención a los alumnos, en la cual al alumno le ayuda a en las actividades académicas que realizan en su institución como lo son: desenvolvimiento, crecimiento personal entre otras, comprensión de información entre otras. Las tutorías se ocupan de atender problemas relacionados con habilidades de estudio, lectura y comprensión, dificultades de aprendizaje, ansiedad ante los exámenes, estabilidad emocional, actitudes hacia la profesión, opciones de trayectoria, entre otros. Cuando los alumnos perciben que tienen las habilidades y estrategias de aprendizaje para tener éxito, es más probable que deseen continuar y terminar sus estudios, además del impacto que tienen las tutorías en el aprendizaje el alumno toma como papel principal los valores al momento de estar presentes en la tutoría los valores que más sobresalieron en este proceso son los de respeto, responsabilidad, tolerancia, paciencia.

El tutor debe favorecer el aprendizaje de los alumnos, ser guía, orientador y proveer las herramientas necesarias para que generen su propio conocimiento. Las actividades prioritarias de la acción tutorial es el desarrollo de estrategias, como la organización del texto, programación de las actividades de estudio, aplicación de técnicas que fortalezcan habilidades cognitivas, entre otras, que contribuyen a facilitar la adaptación del estudiante al ambiente escolar para mejorar sus habilidades de estudio e incrementar su desempeño escolar.

Nivel integracional: análisis factorial. La resolución de problemas pese estar peldaños más debajo de orientación da muestra de la gran inferencia que tiene al momento de interactuar con los procesos de aprendizaje enseñanza las actividades académicas y la ayuda mostraron valores altos mostrando la gran interacción que tienen con la inteligencia en los sujetos. Por tanto podemos darnos cuenta como el programa de tutorías en conjunto con las variables que lo caracterizan estrechas a cada momento los vínculos con el aprendizaje.

*Nivel relacional: análisis de regresión. Regresión múltiple:* Este análisis estadístico inicia con la selección múltiple de variables, considerando como variable dependiente inteligencia, que en este caso fue elegida con base al análisis factorial con la intención de buscar posibles propuestas para el planteamiento sustentante

El tutor debe crear climas de confianza para que favorezca el proceso enseñanza-aprendizaje, debe motivar al estudiante para que su desenvolvimiento académico mejore y se vuelva activa y constructivista, debe apoyar al alumno en el desarrollo del uso de estrategias para sus estudios y estimular al estudiante para que desarrolle competencias que le ayuden a integrarse a una sociedad.

*Selección Multivariada de variables:* Este análisis estadístico inicia con la selección multivariada de variables, considerando como variables dependientes, estudio, interés académico, proceso enseñanza-aprendizaje, trabajo en equipo, que en este caso fueron elegidas con base al análisis factorial con la intención de buscar posibles propuestas al planteamiento sustentante. De acuerdo a lo observado en el programa de tutorías, los tutores realizan la función de acompañamiento, ayuda, orientación, formación y en el caso de necesitar ayuda por algún tipo de problema el tutor canaliza al alumno con un especialista, la atención que los tutores dan es personalizada y durante las tutorías desarrollan un crecimiento personal y hábitos de estudio.

*Conclusiones:* Respecto al objetivo general de esta investigación (analizar la relación que existe entre las tutorías, los valores y el aprendizaje que presentan los alumnos de la Licenciatura de Ciencia, Educación y Humanidades) se puede mencionar que se comprobó mediante el factor 3 dentro del análisis factorial ya que menciona que dentro del marco del programa de tutorías el aprendizaje que se da en este está estrechamente relacionado con la reflexión que se lleva a cabo fortaleciendo en el sujeto valores como la amistad la felicidad y la confianza mejorando de igual manera el crecimiento personal y el desarrollo de habilidades, la inteligencia es otro de los valores del aprendizaje que se mejora en el sujeto cuando lo vinculamos con las tutorías. Por otro lado con respecto a las interrogantes básicas se puede destacar que los valores honestidad, respeto, responsabilidad, respeto y paciencia son los valores que los alumnos toman en cuenta al momento de estar en las tutorías, esto se pudo conocer a través del análisis factorial en el factor 1. En el programa de tutorías de la Licenciatura en Ciencias de la Educación, el apoyo académico que dan los tutores beneficia para que el alumno desarrolle hábitos de estudio utilizando recursos didácticos para la comprensión de la información que se da, esto da respuesta al beneficio que tienen las tutorías en el aprendizaje de los alumnos. Entre los hallazgos que se encontraron en esta investigación son que se pensaba que no se hacía el proceso de tutorías, pero al momento de realizar los resultados todo salió al contrario que el proceso de tutorías se realizaba adecuadamente.

*Recomendaciones:* Que se tenga monitoreado el proceso de tutorías para que todos los alumnos asistan a sus sesiones. Que las tutorías sean manejadas como prácticas profesionales para que el alumno y el tutor tomen su papel y las lleven a cabo. Realizar más investigaciones sobre el tema de tutorías para que la institución educativa tenga conocimiento de que grado de eficacia cuenta este programa. Que los padres de familia en algunas ocasiones sean parte de las sesiones de las tutorías, esto para apoyar a los estudiantes y que se sientan motivados para continuar con sus estudios y ayudarlos en su desarrollo personal

### *Referencias bibliográficas*

- Ardila, R. (1985). *Psicología del Aprendizaje*. Mexico: Siglo Veintiuno.
- Bowel, E. *Teorías del Aprendizaje*. Mexico: Trillas. (2007)
- Concepciones Acerca del Aprendizaje. *Revista Electronica Psicologia Cientifica* . (2007).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P.. *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill. (2006)
- Larroyo, F. *Historia Comparada de la Educación en México* Editorial Porrúa. ... Editorial Porrúa, S. A. 20.00 (2015)
- Larroyo F. *La Ciencia de la Educación*, 546 págs. 10ª edición aumentada. ... ARGENTINA15, MEXICO 1, D. F.; 6. Queda hecho ...Ciencia de la Educación. Argentina : Porrúa. (2015).
- Monterrey, T. d. (26 de Abril de 2009). Programa de Tutoría. Obtenido de [http://www.itesm.mx/wps/portal?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/migration/SIN2/Sinaloa/Programas+educativos/Prepa+Tec/Preparatoria+Biling\\_e/Programa+de+tutor\\_a](http://www.itesm.mx/wps/portal?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/migration/SIN2/Sinaloa/Programas+educativos/Prepa+Tec/Preparatoria+Biling_e/Programa+de+tutor_a)
- Nayarit, U. A. (15 de Enero) de. Tutorías UAN. Obtenido de [www.tutoria.uan.mx](http://www.tutoria.uan.mx). (2014)
- Nezahualcóyotly, U. T.. Programa Institucional de Tutorías. 61. (2000)
- Sánchez, L. Tutorías: Orientación; realidad académica para el aprendizaje. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* , 14. (2013).
- Sanchez, S. *Diccionario de las Ciencias de la Educación*. Mexico: Aula Santillana. (2002).
- Tamaulipas, U. A. (Septiembre ) Tutoría académica y tutoría de tesis (2011)..
- Televisa, F. (20 de mayo ). Tipos de Valores. Obtenido de <http://www.fundaciontelevisa.org/mejorenfamilia/formacion/tipos-de-valores/2013>
- Villanueva, R. L. *El Aprendizaje Cooperativo: Un modelo de intervención para los programas de tutorías escolar a nivel superior*. *Revista de la Educación Superior* . (2005).
- Warren c., H. *Diccionario de Psicología*. Mexico: Santillana. (2007).
- Woolfolk, A. *Psicología Educativa*. Mexico: Pearson Addison Wesley. (2006).

# Concepciones e intereses hacia la ciencia en los investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: un análisis comparativo entre dos institutos

Dr. Christian Israel Ponce Crespo<sup>1</sup>, Dra. Amelia Molina García<sup>2</sup>

**Resumen**— Se dan a conocer resultados de un proyecto de investigación más amplio cuyo objetivo es conocer las concepciones e intereses hacia la ciencia que tienen los investigadores del Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías (ICBI) y del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades (ICSHu) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). El tipo de investigación es con una perspectiva comparativa de tipo cualitativo, a través de la cual se aplicaron entrevistas abiertas. Con base en el análisis del trabajo empírico de corte inductivo-deductivo, y con el uso de categorías de análisis, fue posible caracterizar un *ethos* científico con semejanzas y diferenciadas en ambos institutos, cuyos integrantes de las comunidades científicas se proponen no sólo acrecentar el conocimiento científico, también lograr reconocimiento epistémico a través del consenso, confirmación y autoafirmación como fuente de legitimidad epistémica; así como reconocimiento externo por parte de la sociedad.

**Palabras clave**—ciencia, investigadores, *ethos* científico, educación superior.

## Introducción

### *Justificación*

El interés por analizar las concepciones e intereses hacia la ciencia en los investigadores de la UAEH radica en la importancia de conocer qué opinión tienen los académicos de una universidad pública estatal diferente a las universidades públicas federales como la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Lo anterior se refuerza porque la UAEH es una institución pública donde se genera nuevo conocimiento científico, se desarrollan funciones de docencia, extensión y difusión de la cultura. La importancia de trabajar al interior de la UAEH solamente dos institutos como son el ICBI y el ICSHu, radica en los siguientes aspectos: 1. En ambos institutos se cultivan una gran diversidad y heterogeneidad de disciplinas científicas. 2. Son parte de la UAEH. 3. Comparten la Ley Orgánica Universitaria y el modelo educativo. 4. Tienen una amplia oferta y demanda académica. 5. Tienen mucha tradición en la UAEH. 6. Tienen áreas fundamentales en el desarrollo de las ciencias. 7. Concentran el mayor número de programas educativos con registro en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 8. Concentran el mayor número de investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT. Los elementos en común descritos con anterioridad se complementan con aspectos de distinción como por ejemplo: 9. Diferencias en los procesos de inducción e incorporación hacia la actividad científica. 10. Diferencias en el enfoque pedagógico. 11. Difieren en la infraestructura que utilizan así como en las condiciones de producción de conocimiento científico, la carga investigativa, la planta docente y los perfiles de formación de los investigadores.

### *Estrategia metodológica*

La estrategia metodológica que se utilizó en la investigación está conformada por cuatro fases o momentos. En cada una de ellas se exponen y justifican diferentes dinámicas de trabajo que nos permitió responder a las preguntas y objetivos de investigación. El primer momento lo llamamos selección de las unidades de análisis, que para los propósitos de la investigación se eligieron dos institutos, el ICBI y el ICSHu. La selección de los sujetos de investigación es la segunda etapa que definimos en función del rol que desempeñan los científicos en la UAEH. El tercer momento comprende la estrategia para la producción de datos, que incluye el uso de entrevistas abiertas o semi-estructuradas, así como el procedimiento que llevamos a cabo para elaborar la guía de preguntas, desde la construcción de los reactivos por dimensiones de análisis (concepciones e intereses) hasta el inicio del trabajo de campo en su fase de pilotaje. Con relación al diseño, aplicación y validación del instrumento cualitativo se tomó la

<sup>1</sup> El Dr. Christian Israel Ponce Crespo es profesor investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México [cresponce@yahoo.com](mailto:cresponce@yahoo.com)

<sup>2</sup> La Dra. Amelia Molina García es profesora investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. [meluxmolina@hotmail.com](mailto:meluxmolina@hotmail.com)

decisión de utilizar una guía de entrevista abierta conformada por ocho preguntas detonadoras más una pregunta de contexto. Dicho instrumento se aplicó a un total de 18 investigadores, de los cuales, 11 laboran en el ICBI y siete en el ICSHu. Los 18 investigadores seleccionados se obtuvieron previo a la definición de un conjunto de criterios como son: 1. Pertenencia a diversas áreas del conocimiento, las más importantes por maestrías y doctorados. 2. Pertenencia a un programa de posgrado PNPC-CONACYT. 3. Investigadores con reconocimiento SNI-CONACYT. 4. Investigadores SNI-CONACYT que forman parte de cuerpos académicos consolidados, y finalmente, 5. Investigadores SNI-2 con mayor antigüedad y SIN-1 con mayor antigüedad cuando no hay SNI-2. Finalmente, la cuarta etapa es la estrategia para analizar los datos cualitativos, que consiste en el análisis de cada una de las entrevistas mediante una serie de procedimientos analíticos.

### *Categorías utilizadas en la investigación*

Las múltiples respuestas que los académicos del ICBI e ICSHU nos proporcionaron ante las siguientes preguntas: ¿Cuál es la idea de ciencia con la cual realiza su actividad docente? ¿Parta usted, cuáles son las finalidades que tiene la ciencia? ¿Cuáles han sido sus expectativas personales para su dedicación a la ciencia? y finalmente, ¿Cuáles son sus satisfacciones personales por dedicarse a la ciencia?, nos exigió el uso de un referente teórico que permitiera precisar en ciertos componentes específicos del *ethos* científico, además de la heterogeneidad con la que trabajan las comunidades científicas donde difieren y coinciden en sus prácticas científicas. En este sentido, Merton (1977) es el autor teórico de base, que desde el paradigma clásico de la sociología de la ciencia, nos proporcionó categorías importantes para interpretar la dinámica del *ethos* científico. Para el autor, existen cuatro elementos constitutivos del *ethos* científico que tienen un carácter imperativo y obligatorio para los investigadores: 1. Universalismo. 2. Comunismo. 3. Desinterés y 4. Escepticismo organizado. En el presente trabajo sólo recuperamos los tres primeros imperativos dado el tipo y nivel de respuestas que obtuvimos de los entrevistados. De esta manera, analizamos el universalismo a partir del sentido de lealtad que desarrollan los académicos de ambos institutos frente a las normas de la ciencia. El comunismo lo abordamos a través de un sistema de comunicación intensivo y extensivo asociado con la idea de comunicar o difundir el conocimiento y los productos o resultados del conocimiento con el fin de ampliar los límites del conocimiento bajo dos formas: una intensiva destinada hacia la comunidad científica, con el fin de publicar los descubrimientos, creaciones, hallazgos, y otra extensiva hacia otros productores de conocimiento y consumidores de conocimiento como diseminadores, usuarios finales del mismo, con la intención de compartir los beneficios y utilidad del conocimiento que en términos de Gibbons *et al.*, (1997) impacta en un conocimiento robusto socialmente. Finalmente, el desinterés, lo analizamos a partir del reconocimiento interno respecto a una comunidad científica y externo con relación a la sociedad y aquellas instituciones que regulan y legitiman la actividad científica. Dicho reconocimiento se convierte en un mecanismo institucional que da a los científicos la seguridad interior de que su trabajo es valioso y que se encuentra a la altura en cuanto al avance de la ciencia y representa una fuente de utilidad para la humanidad. Reconocemos y compartimos con Hamui (2002:177) de que la noción: “*ethos* científico” que propone Merton ha sido multicitada, apoyada y criticada por los estudiosos del tema, sin embargo, para nosotros significó un punto de partida para definir, precisar y replantear el análisis del *ethos* científico con base en la información recabada. En este sentido, tuvimos que recurrir a otros tres autores teóricos para reforzar el nivel de análisis e interpretación de los datos recabados. Los tres autores son: Gibbons *et al.*, (1997); Broncano (2009) y Gómez (2009). El primero porque nos permitió identificar no sólo factores internos asociados a un sistema de comunicación de tipo intensivo, sino también a un sistema de comunicación con enfoque extensivo en el contexto de la producción de conocimiento como proceso socialmente distribuido. El segundo porque nos facilitó analizar desde las categorías: “esfera pública de la ciencia” y comunidad científica, la idea de reconocimiento interno y externo en el marco de las prácticas científicas de los investigadores. Finalmente, Gómez (2009) nos aportó elementos de análisis para identificar desde una perspectiva neo-institucional de los sujetos de la ciencia, dos tipos de *ethos* científicos. Por un lado, un *ethos* científico propio de las comunidades científicas que funciona con pautas y normas de la ciencia guiada por reglas constitucionales, incluidas las cognitivas cuya intención estratégica apunta a la producción de conocimiento científico, y por otro lado, un *ethos* científico institucionalizado propio de aquellas instituciones científicas como el CONACYT, quien además de regular la actividad científica del país, establece y determina a partir de un conjunto de prescripciones, qué acciones son requeridas, permitidas o prohibidas para los científicos. Estas prescripciones se materializan en forma de criterios específicos de evaluación como formas de control, los cuales condicionan el ingreso, permanencia y ascenso en los diferentes niveles en el Sistema Nacional de Investigadores que define el propio CONACYT.

## Resultados

### *Sentido de lealtad frente a las normas de la ciencia*

Un aspecto en común que consideran los académicos del ICBI e ICSHu con relación a las expectativas que tienen hacia la ciencia, es la construcción o generación de nuevo conocimiento. Ambas comunidades desarrollan un sentido de lealtad frente a las normas de la ciencia, garantizando con ello el fin institucional de la ciencia, que siguiendo los planteamientos teóricos de Merton (1977:358) significa extender o ampliar el conocimiento certificado. Otro aspecto en común que consideran los académicos del ICBI e ICSHu con relación a las satisfacciones que les genera el dedicarse a la actividad científica, es la importancia de comunicar los resultados de las investigaciones a través de la publicación de artículos en revistas científicas. La comunicación es un aspecto central en la actividad científica de los investigadores del ICBI e ICSHU, afirmación que es válida y que ha sido comprobada por Becher (2001:108) puesto que a través de ella, los académicos pueden promover tanto el conocimiento (la principal cuestión cognitiva) como el establecimiento de la reputación (la consideración social clave). En este sentido, para Merton (1977: 364) las publicaciones arbitradas se constituyen en el mecanismo vinculante de la estructura normativa del *ethos* científico con el sistema de recompensas de la ciencia, donde la institución se caracteriza por controlar la originalidad, la prioridad y los honores, que estimulan la creatividad y el avance de la ciencia.

### *Sistema de comunicación intensivo y extensivo*

Los investigadores del ICBI además de comunicar la ciencia o los resultados de las investigaciones al interior de la comunidad científica, también lo hacen de forma extensiva hacia otro tipo de usuarios. La comunidad científica del ICBI tiende a generar más lo que Gibbons (1997) denomina: “la densidad creciente de comunicación”, porque mantienen -a través de sus interconexiones, y la heterogeneidad de especialistas que trabajan de forma interdisciplinar y transdisciplinar-, tres niveles de comunicación, 1. entre ciencia y sociedad, 2. entre los practicantes científicos y, en términos metafóricos, 3. con las entidades del mundo físico y social. Los investigadores del ICBI tienen más ventajas comparativas que los investigadores del ICSHU, porque los primeros mantienen una interacción más extensa con la producción distribuida del conocimiento. De tal suerte que la producción de conocimientos llega a ser difundida a través de la sociedad, convirtiéndose en un proceso socialmente distribuido. El tipo de conocimiento que se genera y comunica en el ICBI cumple una función vital en los mercados dinámicos, porque está asociada a un conocimiento interdisciplinar y transdisciplinar que es dinámico y no reducible a partes disciplinares, además, lleva implícito toda una estructura peculiar pero en evolución, enfocado a un contexto de aplicación, por lo tanto, la comunicación de resultados de forma extensiva es una fuente de ventaja comparativa asociada también a la capacidad que tienen los investigadores del ICBI para siguiendo a solucionar múltiples problemas en movimiento.

### *Reconocimiento interno y externo*

Una de las satisfacciones que comparten los académicos del ICBI e ICSHu al dedicarse a la actividad científica, es el reconocimiento que reciben por parte de la comunidad científica al que llamamos “reconocimiento interno”. El reconocimiento interno que buscan los investigadores a través de las comunidades científicas, se justifica desde la esfera pública de la ciencia porque, de acuerdo con Broncano (2009) supone la exigencia de la presentación pública como acto explícito sin el cual no puede darse legitimación alguna. Es ante la comunidad como debe producirse la justificación, en la forma de repetición de los experimentos o en el desarrollo completo de los razonamientos probatorios, de manera que cualquiera de los miembros de la comunidad, y atendiéndose a sus propias luces, pueda criticar, sancionar o demandar razones ulteriores de esa afirmación, hipótesis, descubrimiento o teorema propuesto. Existe un consenso generalizado entre los investigadores del ICBI e ICSHu en considerar la actividad científica como un producto del consenso de la comunidad científica, es parte de las satisfacciones que más comparten los investigadores en ambos institutos por adquirir reconocimiento académico, ya que provee de cierta legitimidad al trabajo científico que desarrollan ante los pares académicos, colegas y frente a la propia comunidad de científicos. Por lo tanto, la esfera pública de la ciencia es una fuente de legitimidad epistémica, porque como bien afirma Maltrás, 2003 (citado en Broncano, 2009:81-82) “el juicio de un científico necesita reflejarse en el juicio de los otros para autoafirmarse”. El reconocimiento interno hacia los investigadores del ICBI e ICSHu se da también desde los procesos formativos que reciben los estudiantes de maestría y doctorado. Por lo tanto, otra gran satisfacción que les deja a los académicos de ambos institutos por dedicarse a la ciencia, es la buena formación científica que han recibido los estudiantes y que se complementa con un alto grado de interés, compromiso y dedicación a la ciencia. Si bien, para la perspectiva mertoniana, la comunidad científica funciona como un sistema autónomo, y regulado

básicamente por lógicas internas, las respuestas que nos proporcionaron los académicos del ICBI e ICSHu van más allá de la perspectiva interna de Merton (1977) acerca de la actividad científica, y apuntan también a la idea de un reconocimiento externo, porque coloca a la comunidad científica en una relación directa con el entorno social y sus expectativas. Por lo tanto, la agenda de investigación se configura obedeciendo no sólo a intereses académicos sino también teniendo en cuenta intereses sociales mucho más amplios. Finalmente, los investigadores del ICBI e ICSHu consideran que una de las satisfacciones y expectativas que más les deja la actividad científica, es el reconocimiento que obtienen de la sociedad e instituciones que regulan la actividad científica como el CONACYT, ya que es resultado de las aportaciones que hacen por desarrollar un “conocimiento robusto socialmente”, el cual es valorado no sólo por una comunidad científica, sino también por diseminadores, comerciantes y usuarios finales del mismo. La diferencia entre ambos institutos radica en el tipo de reconocimiento externo al que están sujetas ambas comunidades científicas debido a la idea de “pertinencia” a la que hace referencia Gibbons (1998:65), porque en el ICBI, dicha pertinencia no sólo se vincula simplemente con la generación de nuevo conocimiento, también en dicho instituto se caracteriza por su capacidad para vincularse con otros actores, grupos u organizaciones en el contexto de la innovación y que depende cada vez más de la utilización de conocimiento especializado para desarrollar tecnologías en la dirección que determinen las presiones competitivas, así como en la solución de problemas de creciente complejidad.

#### *ethos científico y ethos científico institucionalizado*

Identificamos dos tipos de *ethos* científicos que impactan en la práctica científica de los académicos. Por un lado, un *ethos* científico propio de las comunidades científicas que funciona con pautas y normas de la ciencia guiada por reglas constitucionales, incluidas las cognitivas cuya intención estratégica apunta a la producción de conocimiento científico, y por otro lado, un *ethos* científico institucionalizado propio de aquellas instituciones científicas como el CONACYT, quien además de regular la actividad científica del país, establece y determina a partir de un conjunto de prescripciones, qué acciones son requeridas, permitidas o prohibidas para los científicos. Con relación al primer *ethos*, encontramos que los académicos del ICBI y del ICSHu son comunidades científicas, que comparten reglas constitucionales incluidas las cognitivas para resolver problemas y generar nuevo conocimiento, están comprometidas con los sentidos de la producción de conocimiento por el simple gusto de investigar, y no como requisito para cubrir indicadores institucionales. Sin embargo, detectamos que la lógica institucional del CONACYT genera una gran tensión en los investigadores de ambos institutos a partir de las prescripciones que establece con la finalidad de que los académicos incrementen la producción científica con base en criterios que demandan una mayor exigencia académica (calidad y cantidad científica), así como el cumplimiento en los tiempos institucionales que determina el CONACYT para que los investigadores comprueben los productos científicos que condicionan el ingreso y permanencia en el padrón de beneficiarios. Por lo tanto, el *ethos* científico institucionalizado opera con reglas institucionales mediante un conjunto de prescripciones que estructura las interacciones sociales en formas particulares y que debe ser compartido por los miembros de esa comunidad o sociedad. Estas prescripciones se materializan en forma de criterios específicos de evaluación que funciona a su vez como formas de control que condicionan el ingreso, permanencia y ascenso en los diferentes niveles en el Sistema Nacional de Investigadores que define el propio CONACYT. Se detectan diferencias importantes con relación a los productos de investigación que deben reportar los académicos del ICBI y del ICSHu, y que mucho depende de las prácticas de cada disciplina, el tipo de infraestructura que utilizan, así como en la calidad e impacto de sus productos. Por ejemplo, a nivel de los productos de investigación identificamos que los académicos del ICBI deben reportar los siguientes resultados: 1. artículos de investigación en revistas especializadas, de calidad internacional, con arbitraje riguroso, que estén indexadas con un factor de impacto publicado estrictamente en el *Journal Citation Reports (JCR)* y que las obras publicadas sean consultadas por pares de nivel internacional. 2. Libros y capítulos en libros publicados por casas editoriales de prestigio. 3. Patentes, certificados de invención y otras modalidades relevantes en el campo, como certificados de registro de nuevos productos, y finalmente, 4. Programas de cómputo registrados con derechos de autor. Por su parte, los académicos del ICSHu tienen que reportar: 1. artículos de investigación en revistas especializadas, de calidad nacional e internacional, con arbitraje. 2. Libros especializados con registro ISBN o con el sello editorial académico. 3. Capítulos en libros de investigación. 4. Otros productos de investigación con rigor científico, y publicados con los criterios anteriores. 5. Patentes, certificados de invención y otras aplicaciones relevantes en el campo de estudio. 6. Certificados de registro de nuevos productos. 7. Software registrado con derechos de autor, y finalmente, 8. Desarrollos tecnológicos, innovaciones y asesorías especializadas provenientes de un proyecto de investigación.

## Conclusiones

Los científicos construyen una imagen diferenciada de la ciencia en función de las múltiples disciplinas que conviven dentro de las comunidades científicas o epistémicas, que en nuestro caso, logramos explicar las concepciones de ciencia con base en las ideas y finalidades que definen los propios investigadores, supondría un conjunto de representaciones sociales que construyen los agentes sociales (investigadores) acerca de una realidad anticipada que, por considerarse valiosa, es deseada y opera como motivo de la acción. Asimismo, los intereses hacia la ciencia, la explicamos con base en una relación cognoscitivo-afectiva que adjudica un sujeto con un objeto al que considera valioso. Estos intereses los traducimos como un conjunto de motivaciones, expectativas y satisfacciones que asumen los investigadores con relación a la ciencia. Estos elementos forman parte de un sistema disposicional existencial o sistema de sentido existencial o *epiméleia*, es decir, consiste en ocuparse de uno mismo, de un ser en el mundo consigo mismo y con otros, de su devenir, su historia y su proyecto. En este sentido, las concepciones e intereses hacia la ciencia visto desde el *ethos* científico que es propio de las comunidades científicas, opera bajo una lógica concerniente a los sentidos de la producción científica. Funciona a partir de reglas constitucionales, que son resultado de acuerdos entre los científicos de un grupo para resolver problemas recurrentes de coordinación y cooperación en la producción de conocimiento, no son reglas externas a los científicos, es algo consustancial a sus prácticas científicas. El *ethos* científico en los investigadores busca acrecentar de manera diferenciada el conocimiento científico, intentan lograr reconocimiento epistémico, consenso, confirmación y autoafirmación frente a una comunidad científica como única fuente de legitimidad epistémica; además del reconocimiento interno frente a la comunidad epistémica, buscan reconocimiento externo que obtienen de otros agentes sociales por fuera de las comunidades científicas; elementos todos ellos que dotan de sentido y significado al proyecto de vida científico que construyen los académicos, por lo tanto, las prácticas científicas de los investigadores se deben explicar en términos de un conjunto dinámico de acciones heterogéneas y complejas de los propios agentes (investigadores), cuya actividad investigativa está estructurada y condicionada por un conjunto de ideas, finalidades, expectativas, satisfacciones, motivaciones que tienen los integrantes de la comunidad científica hacia la ciencia.

## Referencias bibliográficas

- Becher, T. (2001). *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Madrid: Gedisa.
- Broncano, F. (2009). Individuo y sociedad en la filosofía de la ciencia. En Broncano, F. y Rosa, A. (Coord.), *La ciencia y sus sujetos ¿quiénes hacen la ciencia en el siglo XXI?*, pp. 34-56. México: Siglo XXI editores y UNAM.
- Gibbons, M. et al., (1997). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares.
- Gibbons, M. "Pertinencia de la educación superior en el siglo XXI", *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior de la UNESCO*. París, Francia, octubre de 1998. Consultada por internet el 15 de agosto de 2018. Dirección de internet: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geii/maestria/2013/ADOLFO%20STUBRIN/BIBLIOGRAF%C3%8DA%202013/Lectura%205.%20Pertinencia%20de%20la%20educacion%20superior%20en%20el%20siglo%20XXI.pdf>
- Gómez, A. (2009). La dimensión individual y colectiva de los sujetos de la ciencia. En Broncano, F. y Rosa, A. (Coord.). *La ciencia y sus sujetos ¿quiénes hacen la ciencia en el siglo XXI?*, pp. 114-134. México: Siglo XXI editores, UNAM.
- Hamui, M. (2002). Los científicos: crisol de valores, sentimientos y vivencias colectivas en la organización social del conocimiento científico. *Sociológica*, año 17, número 49, mayo-agosto, pp.163-203.
- Merton, R. (1977). *La sociología de la ciencia: investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid: Alianza Editorial.

## Notas Biográficas

El Dr. Christian Israel Ponce Crespo es profesor investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el Área Académica de Ciencias de la Educación del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades (ICSHu). Es miembro del Cuerpo Académico de Estudios Comparados en Educación y cultiva la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Política educativa, sujetos sociales, gestión y desarrollo institucional. El Dr. Ponce estudió la licenciatura en Sociología por la Universidad Autónoma Metropolitana. La Maestría en Ciencias Sociales por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales con sede en México (FLACSO) y el Doctorado en Pedagogía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los intereses de investigación giran en torno a los temas: prácticas científicas, identidades, formación ciudadana y empleo.

La Dra. Amelia Molina García es profesora investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el Área Académica de Ciencias de la Educación del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades (ICSHu). Es líder del Cuerpo Académico de Estudios Comparados en

Educación y cultura la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Política educativa, sujetos sociales, gestión y desarrollo institucional. La Dra. Molina estudió la licenciatura en Pedagogía en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La Maestría en Investigación educativa por la Universidad Iberoamericana campus Ciudad de México y el Doctorado en Ciencias de la Educación en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Los intereses de investigación giran en torno a los temas: formación ciudadana y en valores, estudios sociales y culturales en educación.

# PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DE LA COMARCA LAGUNERA PARA CONSTRUIR MUROS DE TIERRA COMPRIMIDA

César Ponce Palafox<sup>1</sup>, Maricruz Zarate Contreras<sup>2</sup>,  
Octavio E. Cárdenas Díaz<sup>3</sup> y José Manuel Rosales Mendoza<sup>4</sup>

**Resumen**— En la actualidad es necesario buscar materiales alternativos para construir muros de mampostería que no generen contaminación ambiental en el proceso de fabricación. Es por eso que en este trabajo se presenta una propuesta de usar tierra comprimida para construir muros en viviendas de baja altura, el trabajo se sustenta en pruebas experimentales en 3 muros que fueron construidos con dimensiones que faciliten su elaboración y manejo, se construyen tres muros con dos variables, de los cuales uno es construido con tierra sin ningún refuerzo, otro con tierra reforzado con carrizo colocado verticalmente y el último con tierra y refuerzo de carrizo colocado horizontal y verticalmente. Se presentan los resultados de laboratorio de las pruebas realizadas para clasificar el suelo. Se establece la dosificación suelo, arena y agua que debe tener una mezcla para construir muros de tierra. Finalmente se muestran los resultados de los especímenes construidos.

**Palabras clave**—Tierra Comprimida, Muros, Tapial, Carrizo, vivienda.

## Introducción

Existe una conexión directa entre disponer de un alojamiento adecuado y la posibilidad de desarrollar un proyecto de vida personal y familiar; por eso la vivienda es un elemento fundamental para garantizar la dignidad humana. En ella no sólo se desarrolla la vida privada de las personas, sino también es un espacio de reunión, de convivencia, protección y cuidado de las familias y comunidades. En pocas palabras, es una necesidad básica de la condición humana.

En México, está estipulado en el artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que “Toda familia tiene derecho a disfrutar de una vivienda digna y decorosa.” lo cual, hace de ésta, un derecho humano de todo habitante de México. Actualmente la posibilidad de acceder a la propiedad de una vivienda digna es uno de los principales problemas que afectan a miles de familias, cuyos ingresos son bajos y su capacidad de ahorro inexistente. En México se tienen programas que otorgan la oportunidad de acceder a créditos para adquirir una vivienda, pero estos están limitados a ciudadanos que tengan una formalidad total en sus empleos, en marzo del 2017 el INEGI reportó que 6 de cada 10 mexicanos tienen empleos informales, por consecuencia son ciudadanos que no tienen acceso a créditos para adquirir una vivienda, con estos datos es posible identificar que en México se tiene un problema de vivienda digna en ciudadanos con empleos informales. Aunado al problema de la formalidad de los empleos las viviendas que se están obteniendo bajo estas circunstancias son de mala calidad y a un costo elevado, lo cual deja a muchos trabajadores aún con empleos formales sin accesos a estos créditos debido al impacto económico que tiene para sus familias.

En la comarca lagunera se tienen registros de construcción con tierra con más de 100 años de vida, lo cual lleva a concluir que se inició la construcción con tierra a principios del siglo XX, las viviendas existentes de esa época son construidas con adobe, ladrillo y madera y es notorio en estas construcciones la ausencia de concreto y acero que son los materiales modernos para edificar cualquier estructura. Con base en lo anterior se puede decir que estas viviendas son de mala calidad estructural por no contar con materiales resistentes y de calidad como el concreto y el acero. De las pocas viviendas existentes que se han estudiado con antigüedad de más de 100 años se encontró que algunas no cuentan con cimentación en la base de sus muros, que los adobes tienen una resistencia a la compresión mayor que la que tienen los ladrillos o bloques que se usan actualmente, otra característica que tienen estas edificaciones es muro doble de adobe en la orientación poniente, esto porque los constructores sabían que esos muros son los que están más

<sup>1</sup> César Ponce Palafox es catedrático investigador, responsable del laboratorio de Materiales y miembro del cuerpo académico Viabilidad sustentable de la Edificación en la escuela de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón [cesarponce@uadec.edu.mx](mailto:cesarponce@uadec.edu.mx)

<sup>2</sup> Maricruz Zarate Contreras Arquitecta egresada de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón. [maricruzzarate@uadec.edu.mx](mailto:maricruzzarate@uadec.edu.mx).

<sup>3</sup> Octavio E. Cárdenas Díaz es Catedrático investigador responsable del laboratorio de mecánica de suelos en la Facultad de Ingeniería unidad Torreón en la Universidad Autónoma de Coahuila. [ecardenas@uadec.edu.mx](mailto:ecardenas@uadec.edu.mx).

<sup>4</sup> José Manuel Rosales Mendoza es catedrático investigador en la Escuela de Arquitectura unidad Torreón y miembro del cuerpo académico Viabilidad Sustentable de la Edificación. [rosalesmanuel@uadec.edu.mx](mailto:rosalesmanuel@uadec.edu.mx).

expuestos a los rayos del sol, comprobando que la tierra ayuda a tener un confort más apropiado al interior de una vivienda en zonas donde la exposición al sol es alta.

Considerando las propiedades que tiene la tierra para servir como aislante térmico, en este trabajo se propone construir muros de tierra comprimida (tapial) en la zona de la comarca lagunera, considerada una zona árida donde las temperaturas en verano oscilan los 45°C y en invierno pueden llegar a los -8°C. el estudio experimental consiste en construir tres muros de 1m X 0.7m, el primero es construido únicamente con tierra comprimida, el segundo se compone de tierra y esta reforzado con carrizo orientado verticalmente y el ultimo con tierra y reforzado con carrizo en retícula de 15 X 15 cm, se usan dos tipos de suelos de la Comarca Lagunera extraídos de dos diferentes bancos de materiales. Al suelo se le realizan estudios de laboratorio para determinar el límite líquido, límite plástico y granulometría y revisar si el suelo contiene las características apropiadas para construir muros de tierra.

La construcción con tierra, además de ser sencilla y económica, presenta otras muchas ventajas que la hacen atractiva para lograr viviendas ambientalmente responsables. Se trata este de un material que se ha usado desde hace milenios (aproximadamente desde los 8.000 años a. c.) en diversas partes del mundo donde se daban las condiciones para ello. Aún hoy día es ampliamente usada en muchas partes del mundo.

La construcción con tierra ha tenido una aceptación importante en la sociedad, desde hace bastantes años atrás aproximadamente 8000 años a. c. Se tienen registro de estructuras que se han construido en varias partes del mundo, algunos con arquitectura que vale la pena conservar y que han sido protegidos por la UNESCO para conservar su uso y arquitectura, tal es el caso de la Escuela San José en cuenca. Ecuador, que ha sido evaluada para ser restaurada ya que es un edificio que tiene un sistema de construcción mixta de ladrillos de arcilla cocida y tierra cruda (Piedra, 2018). Estas construcciones demuestran que las estructuras de tierra cruda pueden ser efectivas en cuanto a la durabilidad, porque se pueden rehabilitar con una intervención que no genere costo elevado y con técnicas de fácil aplicación para quien desarrolla la rehabilitación.

## Descripción del Método

### *Metodologías de construcción con tierra.*

A causa de la necesidad que tiene la humanidad para protegerse de la intemperie y generar un espacio de privacidad se ha desarrollado la vivienda, que en sus inicios los materiales usados para su construcción fueron tierra. En la actualidad el construir con tierra puede llevar a decir que la estructura resultante es débil en su capacidad de soportar cargas. Es claro que la información de cálculo, análisis estructural e identificación y búsqueda de fallas de los materiales o sistemas constructivos son de experiencia empírica (Guerrero, 2007). Algunos daños que se han presentado en las estructuras con tierra por la acción del paso del tiempo, la consecuente fatiga y deterioro de sus componentes, o bien las demandas de capacidad ante eventos dañinos como pueden ser los terremotos o huracanes, son fuentes que dejan información valiosa para determinar el comportamiento de los edificios. La evidencia de los efectos de fenómenos naturales ha permitido aprender tanto de los fracasos de estructuras históricas, como de los éxitos que alcanzaron (Guerrero, 2007).

De las metodologías existentes para construir con tierra se encuentran el Adobe, el tapial y el bahareque y de acuerdo con los registros encontrados en las construcciones con tierra en la Comarca Lagunera se ha usado únicamente la construcción con adobe, quizá por ser la metodología que es más conocida y pudiera decirse más fácil de elaborar. En este trabajo se propone usar la construcción con tierra usando la metodología del Tapial porque puede alcanzar mejores resultados estructurales en los edificios y por consecuencia mayor resistencia a soportar las cargas y la exposición a la intemperie.

Aparte de que el Tapial puede ser más resistente que el Adobe por estar compactada la tierra en este trabajo se propone reforzar la tierra con carrizo para que sirva como elemento de anclaje entre una y otra de las capas de suelo compactadas, se usa el carrizo (*phragmites australis*) por ser una planta perenne perteneciente a la familia de las gramíneas porque estas plantas han sido de vital importancia para el desarrollo humano, puesto que habitan en nuestro planeta en mayor abundancia que cualquier otro grupo de plantas, con una estimación de 600 géneros y 7,500 especies (Peter 2009).

### *Características del suelo*

Para la obtención de la tierra se eligieron dos bancos de materiales, uno propuesto por Gómez et. al. en 2016, el banco de materiales está ubicado en la Ciudad de Lerdo Durango que es una ciudad de las que conforman la Comarca Lagunera. Se elige este lugar por la facilidad de la extracción, otra de las razones de elegir ese banco de materiales es porque fue removida la capa vegetal que tiene todo terreno natural con maquinaria pesada. Para la recolección del suelo se consideró que los primeros 20 cm de un terreno son capa vegetal y se debe desechar. El otro banco de materiales se localiza en la ciudad de Matamoros Coahuila, otra de las ciudades que forman la Comarca Lagunera, la

distancia entre esas dos ciudades es aproximadamente 30 km. Pero forman parte de una misma zona conurbada. A las muestras de suelo que son extraídas se les deben realizar las pruebas para verificar que la muestra tenga los contenidos de agregados necesarios para poder realizar los muros.

En la figura 1 se observan los bancos de materiales de donde se extrajo el suelo, después de retirar la capa vegetal con maquinaria pesada se realizó un pozo de aproximadamente 20 cm de profundidad y de ahí se tomó la muestra, el suelo a simple vista se observa que es adecuado para construir los muros, porque no tiene granos de dimensiones grandes, no contiene piedras. El suelo de la Comarca Lagunera es uniforme en toda la región, es decir, tiene los mismos componentes, en la figura 1 se puede ver que su textura y color es muy parecido.



Figura 1. Bancos de Materiales.

#### *Ensayes del suelo*

Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco, va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y, finalmente, líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico).

Es el contenido de humedad que corresponde a una frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico, en el cual el suelo fluirá suficientemente como para cerrar una ranura de ancho determinado hecha en la muestra de suelo cuando un recipiente especificado es golpeado con un número determinado de veces (Delgado 2012).

Para la prueba de límite líquido se usaron las herramientas que se observan en la figura 2 que corresponde, a copa Casagrande, ranurador, espátula, 100g de muestra de suelo, báscula y tamices (Juárez, 2005).



Figura 2. Herramientas necesarias para determinar el Límite Líquido

El procedimiento que se debe seguir para realizar la primera prueba consiste en pasar la muestra de suelo por una malla de número 40, (4.2 mm) luego de tener la muestra que pasa la malla, se toman 100 gr de suelo, después se coloca en un recipiente para crear una mezcla de tierra con agua, después se pone una capa de 1 cm de espesor aproximadamente en la copa Casagrande previamente calibrada y colocado el contador en ceros, como siguiente paso, haciendo uso del ranurador, se traza un corte justo en el centro de la capa de mezcla, creando un hueco que divide la mezcla en dos porciones ya con la ranura elaborada se sigue a aplicar el número de golpes necesarios para que la ranura se cierre. En esta prueba, el número de golpes que reciba el suelo colocado en la copa casagrande, son los que ayudarán a determinar el límite líquido y con ello definir qué tipo de suelo se está usando. Luego de que la ranura se cierra, se toma una muestra de la mezcla de aproximadamente 10 gr y se vierte en un recipiente y se colocan en el

horno, para secar a una temperatura de 240 ° C por un lapso de 24 horas, de este modo, se determina el peso seco de cada una de las muestras. Se determina los pesos de las muestras húmedas y secas para obtener el límite Líquido aplicando la ecuación 1, donde W = % de agua, Wh = peso suelo húmedo y Ws = peso suelo seco (Crespo 2004).

$$W = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100 \quad (1)$$

El límite plástico más bajo contenido de humedad que corresponde a una frontera convencional entre el estado plástico y semi- sólido, en el cual el suelo puede enrollarse en bastoncitos de 1/8” de diámetro (Delgado 2012).

La prueba consiste en tomar una muestra de la mezcla de suelo fino y agua preparada en la prueba de Límite Líquido, se necesita que la mezcla pueda ser manejada manualmente, por lo tanto, es necesario agregar poco a poco suelo seco hasta obtener la textura sólida que se necesita, esto con el fin de crear rollos en una base lisa de cristal, los rollos tienen una dimensión de 5 cm de largo y 3 mm de espesor aproximadamente, estos rollos son colocados en un recipiente, pesados para obtener su peso húmedo y sometidos a una temperatura de 240 °C por 24 horas en un horno para determinar su peso seco (Crespo 2004).

De la Ecuación 1 se obtiene que el límite líquido para la muestra de suelo extraído de ciudad Lerdo Durango, es 11.9%, el Límite Líquido de la ciudad de Matamoros Coahuila es 9.5%. Con los resultados de los pesos de las muestras de Límite Plástico se grafican y se obtienen qué para el suelo de ciudad Lerdo, Durango es un suelo de clasificación CL – ML. Para el suelo extraído de la ciudad de Matamoros, Coahuila es resultado fue arroja que se trata de un suelo limo-arcilloso (CL – ML), estos suelos se refiere a un suelo que tiene una cantidad similar de limos y arcillas, es un suelo común en la región por lo que es necesario estabilizarlo agregando granos de mayor dimensión como la arena para conseguir una mezcla equilibrada entre granos finos y granos gruesos, y así lograr tener un suelo adecuado para construir muros de tierra comprimida.

De la prueba de granulometría se obtiene que aproximadamente el 13.8 % del suelo es arena considerando que esta cantidad es grande para los porcentajes adecuados que debe tener una mezcla para construir muros. Con los resultados de las pruebas realizadas al suelo se proponen las cantidades de los agregados necesarios para la mezcla de suelo. En la tabla 1 se observan las cantidades de suelo, arena, cal y agua, se puede notar que en esa tabla se agrega cal para estabilizar el suelo y lograr una compactación adecuada al momento de realizar los muros. En la tabla 1 la unidad de medida en las dosificaciones es botes lo que equivale a una cubeta de 19 litros.

**TABLA DE DOSIFICACIONES**

Muestra	Tierra	Arena	Cal	Agua
1	4 botes	2 botes	1/3 de bote	1/2 bote
2	4 botes	1 bote	1/3 de bote	1 ½ bote
3	4 botes	½ bote	1/3 de bote	1 ½ bote
4	4 botes	¼ bote	1/3 de bote	1 ½ bote

### Construcción de especímenes

Para realizar el material en primera instancia se hace una mezcla homogénea con las proporciones mencionadas en la tabla 1, con la tierra y arena libre de cualquier residuo, ya sea de roca, materia orgánica o basura, por lo tanto, se criba, se mezclan es seco y después se agrega el agua para obtener una mezcla que sea manejable para realizar el muro. La cimbra que se usa es madera de primera clase, se usa este material porque se puede acoplar a las dimensiones deseadas y es fácil agregar algún desmoldante y que esta no se pegue al muro. Las dimensiones son de 1m X0.7m X0.3m. (Gómez *et. al.* 2016).

Para las tres propuestas de armado se establece que la primera es carrizo acomodado verticalmente como si fuera una varilla ahogada, para lograr la adherencia entre la tierra y el carrizo se agregó alambre recocado a su alrededor con una separación entre vueltas de 2 cm como se muestra en la figura 3, esto para que sirva como corrugado. Para la segunda propuesta el armado de carrizo forma una retícula, simulando una malla de 15 cm x 15 cm, a esta malla de igual manera se le agrega alambre recocado en las juntas de las varas de carrizo para unir y dar mayor estabilidad al armado como se puede observar en la figura 3.

El objetivo de colocar el carrizo en dos formas distintas es determinar cuál es la más óptima para el desarrollo de este método constructivo, además de que dichos armados ayudarán a absorber los esfuerzos de tensión que se presenten

en el muro debido a la flexión provocadas por las cargas laterales. El refuerzo de carrizo se coloca al centro de su sección transversal, dejando así el armado ahogado cubierto de tierra, esto favorece al tiempo de vida del carrizo, puesto que queda protegido de la intemperie y no es necesario dar mayor mantenimiento.



Figura 3. Corrugado en carrizo, diferencias de armado y colocación de refuerzo.

Para la construcción de las muestras se mezclan los agregados, y ya con la mezcla manejable se vertía en la cimbra, llevándolo por capas de 4 a 5 cm de espesor y después se apisonaba manualmente para lograr compactar el suelo y lograr un buen comportamiento a compresión y flexión, al compactar por capas se puede generar una junta fría entre capa y esto se subsana con la aplicación del carrizo, ya que al estar adherido a la tierra una cada una de las capas logrando una sola pieza.

Luego de 3 días de secado al sol los muros presentaron agrietamientos en las caras laterales, además de que gracias a la textura débil que resultó después del secado estaban propensos a desmoronamiento de partículas y debido a esta debilidad es fácil que se presentaran fallas en su estructura y forma, además de que a medida que los días pasaron y el secado de los muros incrementaba, las fracturas y la textura poco conveniente de los muros resultaban más evidentes, dejando de ser factibles para su desarrollo y poco viables para la ser considerados muros funcionales.

#### *Ensayes a compresión*

Luego de obtener los muros con diferentes dosificaciones, se continuó con la realización de pruebas de resistencia a la compresión, ensayando 3 muestras de cada dosificación para determinar cuál de éstas es la más óptima para continuar con el desarrollo del método constructivo y verificar la factibilidad del mismo en la construcción.

A continuación, se presentan los procedimientos de las pruebas de compresión en las dosificaciones de la mezcla para realizar los muros y determinar cuál de ellas es la adecuada. En la tabla 2 se presentan los resultados de las resistencias a compresión, la carga a la primera fractura y la carga máxima soportado por el espécimen.

Tabla 2. Resultados de ensayos a compresión en los muros.

No. De dosificación	2	3	4
Resistencia final (kg/cm <sup>2</sup> )	8.265	11.94	12.97
Primera fractura (Ton)	0.23	0.34	0.35
Carga máxima (Ton)	0.432	1.00	1.03

En la tabla 2 se presentan los resultados de las dosificaciones 2, 3 y 4, la 1 no se presenta porque desde su fabricación presentó agrietamiento, debido a la gran cantidad de arena que contenía. De los resultados de la tabla 2 se puede mencionar que la mezcla que presenta el mejor comportamiento es la que tienen la menor cantidad de arena con un ¼ de bote. Esto confirma lo encontrado en el estudio de la granulometría que el suelo tiene una gran cantidad de arena por lo tanto al agregarle más arena tiene como consecuencia que la muestra se agriete como sucedió con la dosificación 1.

Después de los ensayos a compresión y ver el agrietamiento en los muros, se realizaron ensayos de contracción del suelo para verificar si el agrietamiento era consecuencia de la contracción del suelo al secarse. De los resultados de la contracción se obtuvo que se contrae 4%, por lo tanto, no es considerable la contracción y se puede despreciar, con esto se demuestra que no es un factor que contribuya al agrietamiento.

Para revisar cual pudiera ser la razón del agrietamiento se realizan ensayos de curado antes de quitar la cimbra, encontrando que si se fabrica el muro y se lleva a cabo un curado a base de agua, primero se hizo una muestra curando el espécimen en tres ocasiones en un lapso de 24 horas, se realizó otro ensayo con un muro donde se retiró la cimbra a las 24 horas igual que el anterior pero en esta ocasión se curó dos veces y finalmente el otro modelo se curó una vez en el mismo lapso de tiempo. Del resultado de estos ensayos se encontró que ningún espécimen sufrió agrietamiento por lo que el agrietamiento de los muros se debe a que se descimbra inmediatamente después de compactar el suelo y para que esto no suceda se debe dejar la cimbra ahí por lo menos 24 horas y curarlo una vez.

### Comentarios Finales

Como comentarios finales se puede mencionar que es posible construir muros de tierra vertical comprimida, pero es necesario realizar pruebas al suelo que se desea usar ya que la cantidad de arena que contenga el suelo es importante y si es excesiva puede llevar al agrietamiento en los muros. El carrizo cumple con el propósito de refuerzo vertical, ya que al estar ahí ayuda a que las juntas de las capas no perjudiquen la unión entre ellas. El sistema de adherencia propuesto funciona correctamente ya que se comprobó que los carrizos no se separan de la tierra.

#### *Resumen de resultados*

De los resultados en este trabajo se tiene que el suelo de la Comarca Lagunera es apropiado para construir muros de tierra vertical comprimida, los resultados de la resistencia a compresión demuestran que el esfuerzo es adecuado para construir viviendas de baja altura (un nivel), el carrizo ayuda efectivamente para la demanda de cargas laterales.

#### *Conclusiones*

Con los resultados encontrados se puede mencionar que la investigación es factible para continuar demostrando que es posible construir muros de tierra vertical comprimida, porque de lograrse se reduce el gasto de energía, ya que actualmente es necesario que los usuarios tengan un aparato de refrigeración para aclimatar sus viviendas, pero con la construcción con tierra se logra tener un aislamiento térmico y no requerir aparatos de refrigeración.

#### *Recomendaciones*

Se recomienda construir un muro a escala 1:1 para verificar el buen comportamiento del modelo ante la demanda de cargas y medir el rendimiento de construcción y garantizar que sea competitivo con los procedimientos tradicionales.

### Referencias

- Crespo V. C., "Vías de Comunicación, Camino, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos", Editorial Limsa, Tercera Edición, 2004. ISBN: 968-18-4849-7.
- Delgado T. D., "Determinación de límite Líquido y Límite plástico", apuntes de Mecánica de Suelos I, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 14 de junio de 2012.
- Gómez T. S., Ponce P. C., Quiroa H. A., "Propuesta de Vivienda Vertical de Bajo Impacto Ambiental" Tesis de Licenciatura en la escuela de Arquitectura unidad Torreón de la Universidad Autónoma de Coahuila, mayo 2017.
- Guerrero B. L. F., "Arquitectura en tierra Hacia la recuperación de una cultura constructiva", Journal of Cultural Heritage Studies, Vol. 20 No. 2, 2007, Bogotá Jul/Dic. ISSN 1657-9763.
- Juárez, B. E., Rico R. A., "Mecánica de suelos tomo 1, Fundamentos de la Mecánica de suelos" Editorial Limusa, 2005, ISBN: 968-18-0069-9.
- Peter R. W. Gerritsen, Claudia Ortiz-Arrona, Rodolfo González-Figueroa, "Usos populares, tradición y aprovechamiento del carrizo: estudio de caso en la costa sur de Jalisco, México", Economía, sociedad y Territorio. Vol. 9, No. 29, 2009, Toluca ene/abr 2009, ISSN: 1405-8421.
- Piedra L. C., Achig-Balarezo M. C., Caldas F. V., Zalazar S. I., Cardoso M. F. "Analysis and Proposal to Retrofit the Traditional Construction Systems (Earth) of the Former San José School, Cuenca, Ecuador", Structural Analysis of Historical Constructions, Vol 18, septiembre 2018, Pp. 147-152, ISBN: 978-3-319-99440-6.

### Notas Biográficas

**César Ponce Palafox** es ingeniero civil con maestría y doctorado con especialidad en Estructuras, es responsable del laboratorio de materiales en la escuela de Arquitectura unidad Torreón de la Universidad Autónoma de Coahuila, Colaboración de trabajos de investigación con investigadores de la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba, Brasil y Colombia. Evaluador de trabajos de investigación en el Cocytad para el premio estatal de la investigación, Evaluador de trabajos de investigación en el Seminario de investigación que organiza la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

**Maricruz Zarate Contreras** es Arquitecta egresada de la escuela de Arquitectura en agosto del 2018, realizó tesis de investigación en temas relacionadas con el tapial y construcción con tierra vertical comprimida.

**Octavio Cárdenas Díaz** es ingeniero civil con maestría y doctorado con especialidad en geotecnia es responsable del laboratorio de mecánica de suelos en la Facultad de Ingeniería Civil Unidad Torreón en la Universidad Autónoma de Coahuila ha participado como autor principal en varios artículos científicos.

**José Manuel Rosales Mendoza** es catedrático investigador de la escuela de Arquitectura unidad Torreón en la Universidad Autónoma de Coahuila, es miembro del cuerpo académico Viabilidad Sustentable de la Edificación y actualmente trabaja la rehabilitación de edificios históricos.

# Huella ecológica en construcción de cubiertas industrializadas de concreto armado en Oaxaca de Juárez, Oaxaca

M. Arq. Jorge Alberto Porras Allende<sup>1</sup>, Herwing Zeth López Calvo<sup>2</sup> y Heidy Gómez Barranco<sup>3</sup>

**Resumen**— En esta investigación se muestran los resultados de un estudio realizado para determinar las huellas ecológicas en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, generadas en la construcción de cinco diferentes tipos de cubierta o entrepiso industrializados a base de concreto armado. Comprende los sistemas de construcción industrializados más utilizados en edificaciones en el Estado de Oaxaca, México, como son; losa maciza, vigueta y bovedilla, panel losa W, losa aligerada y Losacero. Los datos fueron obtenidos mediante el empleo de una hoja de cálculo que cuantifica la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente por el consumo de materiales de construcción, del personal operativo encargado de su ejecución y de la maquinaria que interviene en su realización, tomando como referencia los sistemas constructivos, rendimientos y dosificaciones utilizados en esta entidad para una cubierta de seis por seis metros. Se tomaron en cuenta todos los materiales utilizados para un entrepiso, incluyendo acabados en la parte inferior.

**Palabras clave**— Huella ecológica, emisión de CO<sub>2</sub>, cubiertas industrializadas de concreto.

## Introducción

Actualmente la humanidad está convencida que es necesario conservar el medio ambiente que tenemos como fundamento para la subsistencia de nuestra especie y de las demás que conforman la biodiversidad del planeta. Esto nos hace voltear y mirar la huella ecológica que dejamos como seres humanos al generar un asentamiento y nos cuestiona en la forma de reducir su impacto. Por eso esta investigación atiende parte de lo que conforma una edificación de nuestro hábitat, y me refiero a las cubiertas y entresijos de viviendas que de manera particular se construyen en la ciudad de Oaxaca de Juárez y sus municipios conurbados.

Los sistemas industrializados de entresijos y azoteas formados por concreto armado con acero que se utilizan en esta entidad y muy probablemente en la mayoría de los Estados en México, son, primeramente:

- **Sistema a base de losas perimetrales de concreto armado** con refuerzo principal en una o dos direcciones dependiendo las circunstancias del proyecto,
- **Sistema a base de paneles estructurales de alambre de acero con núcleo de material aligerante** pudiendo ser de poliuretano o poliestireno expandido. Se optó por analizar la marca Panel W® que es la más comercializada.
- **Sistemas forjados a base de** viguetas pretensadas o de alma abierta que soportan piezas de entrevigado (bovedillas) que conforman el entresijo con una capa de concreto reforzado con malla electrosoldada. Pudiendo ser las bovedillas de concreto, arcilla o poliestireno expandido. Se optó por considerar las **viguetas de alma abierta con bovedillas de concreto**.
- **Losas aligeradas formadas por casetones** recuperables o no y nervaduras de concreto reforzado con acero y firme de concreto reforzado con malla electrosoldada en la parte superior. Se optó por las losas con casetones no recuperables a base de poliestireno expandido.
- Entresijo o techo a base de **alma de lámina de acero acanalada** galvanizada con nervaduras transversales y capa de concreto amado con malla electrosoldada. Se optó por la sección 36/15 de la empresa IMSA®.

En todos y cada uno de estos sistemas se dimensionaron sus elementos estructurales tomando en consideración las cargas generadas por los sistemas de construcción que se utilizan en ésta entidad, para posteriormente cuantificar la emisión de contaminantes por cada elemento que conforma el sistema.

## Descripción del Método

En una primera etapa se determinaron las variables de cálculo estructural y cargas de diseño, de cada tipo de cubierta, procediendo al dimensionamiento de cada sistema al determinar el armado de refuerzo, en su caso el

<sup>1</sup> El M. Arq. Jorge Alberto Porras Allende es Profesor-Investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura “5 de Mayo”, Oaxaca, México y miembro del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [arq\\_porras@hotmail.com](mailto:arq_porras@hotmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> El Dr. Herwing Zeth López Calvo es Profesor-Investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura “5 de Mayo”, Oaxaca, México y miembro del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [herwingzeth@gmail.com](mailto:herwingzeth@gmail.com).

<sup>3</sup> La M. Arq. Heidy Gómez Barranco es Profesora-Investigadora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura “5 de Mayo”, Oaxaca, México y miembro del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [arq\\_heidy@hotmail.com](mailto:arq_heidy@hotmail.com).

espesor requerido de concreto y características propias de cada sistema. Como segunda etapa, ya definidos sus componentes, se calculó la emisión de contaminantes por metro cuadrado de cada sistema utilizando una hoja de cálculo previamente configurada según las variables descritas a continuación.

### Variables de Cálculo

El dimensionamiento de los diferentes sistemas de cubierta consideró las siguientes variables de cálculo estructural:

- Se utilizó el método de *diseño al estado límite de falla* determinado en las Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal, y en apego a lo marcado en el artículo 198 del Reglamento de Construcción del Estado de Oaxaca (RCEO), que en su segundo párrafo dice textualmente: "...EN TANTO LA SECRETARÍA NO EXPIDA DICHAS NORMAS, LO ESPECIFICADO EN ESTE ARTÍCULO, SE REGIRÁ POR LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL O POR ALGÚN OTRO ORGANISMO RECONOCIDO POR LA SECRETARÍA."
  - Para el dimensionamiento de las cubiertas se consideró un *tablero aislado de 6.0 m. x 6.0 m.* por lo que en algunos sistemas se requirió el apoyo de una trabe intermedia a la mitad del claro siendo en los tres primeros sistemas de concreto armado y solo en el último, que es a base de losacero se utilizaron vigas de acero tipo IPR. El cuarto sistema, que es la losa aligerada no requirió trabe intermedia.
  - Se consideró una *carga viva de 170 kg/m<sup>2</sup>* de acuerdo al artículo 229 primer y quinto incisos del RCEO vigente.
  - Se consideró como *sobrecarga* la correspondiente *por un recubrimiento* a base de loseta de cerámica con mortero de asiento de cemento de 2 cm. de espesor y un plafón de yeso de 1.5 cm. de espesor. A excepción del sistema losacero en el cual se consideró un falso plafón de tablaroca de 12.7 mm. de espesor.
  - Se consideró un *incremento de carga de 40 kg/m<sup>2</sup>* de acuerdo al artículo 228 del RCEO.
  - Se consideró una *resistencia* específica *del concreto* a la compresión en cilindros de prueba a los 28 días, *de 200 kg/cm<sup>2</sup>* (F'c).
  - La *resistencia de las varillas* que se utilizan actualmente es grado 42, esto es, con un límite de fluencia *de 4,200 kg/cm<sup>2</sup>* (Fy).
  - Para obtener la carga última se consideró un *factor de seguridad de 1.4* a aplicar a la carga de servicio de acuerdo a la primera regla del artículo 224 del RCEO.
- Se anexa tabla 1 que resume las cargas de cálculo utilizadas.

Componente	Losa maciza ref. 1 dir. h=13 cm.	Panel W losa 3" h = 13 cm.	Vigueta y bovedilla h= 20 cm. esp.	Losa aligerada h= 20 cm. esp.	Losacero 36/15 de h=5 cm.
Piso de loseta de porcelana	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Mortero para recibir piso de granito	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Sistema de cubierta	312.00	199.30	269.87	217.77	152.16
Plafon de yeso de 1.5 cm./de tablaroca	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50
sobrecarga	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Carga muerta	440.50	327.80	398.37	346.27	280.66
Carga viva maxima	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00
Carga de servicio	610.50	497.80	568.37	516.27	450.66
Carga última	<b>854.70</b>	<b>696.92</b>	<b>795.71</b>	<b>722.78</b>	<b>630.92</b>

Ref. 1 dir. = Reforzado en una dirección  
 h = espesor de la losa

Tabla 1 Análisis de cargas últimas por sistema

(Elaboración propia)

### Dimensionamiento de los Sistemas

A continuación, se describe el análisis estructural realizado por cada sistema exponiendo al final las cantidades totales requeridas por cada metro cuadrado del sistema, en cuanto a concreto, mortero, acero, cimbra y material industrializado. En todos ellos se consideró una sobrecarga de 298.5 kg /m<sup>2</sup> incluyendo la carga viva.

- En el sistema a base de **losa maciza** (perimetral) se partió por analizarla con refuerzo principal en dos direcciones, por lo que el claro de 6.0 x 6.0 solicitaba un espesor de 16 cm. considerándolo excesivo, por lo tanto, se optó por incluir una viga intermedia a mitad del claro generando claros de 3.0 x 6.0 m, lo que permitió calcularla con refuerzo principal en una sola dirección, reduciendo el espesor a 13 cm. y requiriendo en el refuerzo principal, varillas de 3/8" a cada 27 cm. en el centro de los dos claros. En el apoyo continuo interior para soportar el momento negativo, el armado es con varilla de 3/8" a cada 18 cm.

resolviéndose con 2 bastones entre dos varillas corridas, el armado por cambios volumétricos es a cada 30 cm., requiriendo con esta solución las siguientes cantidades de material por metro cuadrado: 0.104 m<sup>3</sup> de concreto, 4.8 kg de acero y 1 m<sup>2</sup> de cimbra común.

- En el sistema a base de **paneles estructurales** de alambre de acero con núcleo de material aligerante, se utilizó la marca Panel W® con el sistema *Panel Losa*, para lo que se dividió el tablero en dos claros generando longitudes de 3.0 m., requiriendo un espesor de 3” ya que la carga última factorizada, de 697 kg/m<sup>2</sup> es menor que los 788 kg/m<sup>2</sup> aplicables al sistema de 3”, el *momento último* (de diseño) solicitado en el centro del claro es de 78,404 kg.cm., menor que el que soporta la sección con una varilla de ½” en cada nervadura, que es de 80,323 kg.cm. Con esto, cada metro cuadrado requiere 0.055 m<sup>3</sup> de concreto, 2.5 kg de acero, 0.021 m<sup>3</sup> de mortero, 1.0 m<sup>2</sup> del sistema panel W formado por alambres galvanizados y poliestireno expandido, así como un apuntalamiento a cada 1.5 m.
- En el sistema forjado a base de **vigueta y bovedilla** se optó por el sistema de alma abierta con bovedillas de mortero, utilizándose una viga intermedia a la mitad del claro, reduciendo la longitud a 3.0 m. y requiriendo una vigueta tipo 14-36 con acero de refuerzo adicional, de 2 varillas de 3/16” y bovedillas de 16 cm. de peralte, con capa de compresión de 4 cm. de espesor y reforzada con malla electrosoldada 6x6-8/8. Se consideró apuntalamiento a 1.50 m. del claro.
- En el sistema de **losa aligerada** se requirieron un espesor total de 20 cm. con nervaduras de 11cm. con una varilla de ½” y una de 5/8” y estribos de alambón a cada 10 cm., casetones de poliestireno expandido de 65x65x15 cm. con una plantilla de 5 cm. de espesor. Se consideró 1 m<sup>2</sup> de cimbra común.
- En el sistema a base de **alma de lámina de acero acanalada galvanizada** con nervaduras transversales y capa de concreto armado con malla electrosoldada, se optó por Losacero sección 36/15 marca IMSA® calibre 24, con una capa de compresión de 5 cm. con conectores o pernos de ½”. La sobrecarga de ésta es de 486 kg/m<sup>2</sup> teniendo una sobrecarga máxima de 299 kg/m<sup>2</sup>.

#### *Consideraciones Adicionales*

Para los *sistemas de losa perimetral* con refuerzo principal en una dirección y el sistema *vigueta y bovedilla* se requirió una trabe intermedia de 25x45 armada con varillas de 5/8”, dos en el lecho inferior, dos en el lecho superior y dos en forma de columpio con estribos de ¼” de dos ramas a cada 20 cm.

Para el *sistema de panel W* se requirió una trabe intermedia de 20x45 armada con varillas de 5/8”, dos en el lecho inferior, dos en el lecho superior y dos en forma de columpios con estribos de ¼” de dos ramas a cada 20 cm.

En el sistema Losacero® se requirió una viga intermedia de 12”x6 ½” con peso de 52.2 kg/ml y vigas laterales de 8”x4” con pesos de 22.4 kg/ml.

Únicamente en el *sistema a base de losas aligeradas* no se requirió viga intermedia.

Para los sistemas de; losa perimetral con refuerzo principal en una dirección, sistema de vigueta y bovedilla y sistema de panel W®, se consideró para su emisión de contaminantes cadenas de cerramiento de 15x20 armada con 4 varillas de 3/8” y estribos de alambón a cada 20 cm. con cimbra común.

#### *Emisión de Contaminantes*

Para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, específicamente dióxido de carbono CO<sub>2</sub> equivalente, se realizó un análisis cuantitativo en kilogramos de contaminantes por metro cuadrado de cubierta utilizando el programa Excel®. En dicho programa se consideraron diversas variables relacionadas con los procesos constructivos y materiales utilizados en cada uno de los sistemas de construcción evaluados; así mediante el uso de hojas de cálculo en forma de tablas de datos de emisión de CO<sub>2</sub> producido por las variables de: Materiales, Personal Operario y Maquinaria; aplicado a los consumos generados por cada sistema de construcción, nos permitió determinar su impacto ambiental. Para generar la base de datos se consideró información publicada en otras investigaciones donde se determinaron de manera experimental las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la manufactura de diversos materiales de construcción. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis sobre las emisiones de dióxido de carbono generadas por el uso de maquinaria y por su personal operario, lo cual fue incluido en la base de datos del programa, siendo esta una de las contribuciones de esta investigación al área de estudio, ya que dicha información es limitada en la literatura.

Con la finalidad de medir el total de CO<sub>2</sub> emitido en la construcción de cada sistema, fue necesario tomar en cuenta no solo los insumos que participan en el sistema en estudio, sino que además se consideraron elementos estructurales de soporte como son cadenas de cerramiento y trabes de concreto o acero requeridas de forma particular. No se incluyó para el cálculo de emisión de CO<sub>2</sub> equivalente los aportes correspondientes a la loseta de recubrimiento, su mortero, así como el correspondiente aplanado de yeso en plafón, dado que no forman parte de la estructura y es preferibles analizarlos en un apartado sobre acabados de construcción. De lo anterior se obtiene la

tabla 2, que muestra la cuantificación de CO<sub>2</sub> por sistema estructural, todo en kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente para 36 m<sup>2</sup> de cubierta.

Código	Descripción completo	Unidad	Cantidad	CO <sub>2</sub> eq	Total CO <sub>2</sub> eq	%
<b>1</b>	<b>Losa de maciza de concreto f'c=200kg/cm2 T.M.A.G. 3/4" de 13 cm. De espesor armada con var de 3/8 a cada 26 cm. en el centro y a cada 17 en el borde continuo y a cada 30 cm por cambios volumétricos, Acabado comun, incluye Trabe de 25x45 armada con 6 varillas de 5/8" estribos de alambón a cada 20 cm y cadena de cerramiento de 15x20 armada con 4 varillas de 3/8" y estribos de alambón a cada 20 cm., acabado comun.</b>				<b>3449.06</b>	<b>100%</b>
PU-ESCON-010	Losa maciza de concreto f'c=200kg/cm2 T.M.A.G. 3/4" de 13 cm. De espesor armada con var de 3/8 a cada 27 cm. en centro de claro y bode discontinuo y a cada 18 cm. en borde continuo para el momento positivo y a cada 30 cm. en cambios vol. Acabado comun.	M2	36.0000	65.0740	2342.66	68%
PU-ESCON-200	Trabe de concreto armado de 25x45 cm. concreto f'c=200 kg/cm2 T.M.A.G. 3/4" armada con 6 varillas del no. 5 y estribos de alambón a cada 20 cm.	ML	6.0000	93.3600	560.16	16%
PU-CADEN-020	Cadena de cerramiento 15x20 Concreto F'C=200 KG/CM2, T.M.A.G. 3/4", con 4 var 3/8" y estribos del 2 a cada 20 CM. acabado comun.	ML	24.0000	22.7600	546.24	16%
<b>2</b>	<b>Cubierta a base panel W tipo L-PS-3 con refuerzo de dos varillas de 3/8" a cada 50 cm en claro corto, con capa de compresión de 4 cm. De espesor de concreto f'c=200 kg/cm2. Trabe de 20x45 armada con 6 varillas de 5/8" y estribos de alambón a cada 21 cm. y cadenas de cerramiento de 15x20 con varilla de 3/8".</b>				<b>3850.62</b>	<b>100%</b>
PU-ESCON-055	Cubierta a base panel W tipo L-PS-3 con refuerzo de una varilla de 1/2" a cada 50 cm en claro corto, con capa de compresión de 4 cm. De espesor de concreto f'c=200 kg/cm2., incluye cimbra, mano de obra, herramienta y todo lo necesario.	M2	36.0000	77.4000	2786.40	72%
PU-CADEN-020	Cadena de cerramiento 15x20 Concreto F'C=200 KG/CM2, T.M.A.G. 3/4", con 4 var 3/8" y estribos del 2 a cada 20 CM. acabado comun.	ML	24.0000	22.7600	546.24	14%
PU-ESCON-210	Trabe de concreto armado de 20x45 cm. concreto f'c=200 kg/cm2 T.M.A.G. 3/4" armada con 6 varillas del no. 5 y estribos de alambón a cada 21 cm.	ML	6.0000	86.3300	517.98	13%
<b>3</b>	<b>Cubierta a base de vigueta y bovedilla de alma abierta de 20 cm. De espesor con viguetas de 14-36 y refuerzo adicional de 2 barillas de 3/16" con una capa de compresión de concreto f'c=200 kg/cm2 de 5 cm. De espesor con malla electrosoldada 6x6-8/8 y bovedillas de mortero de 15x20x68.</b>				<b>3624.85</b>	<b>100%</b>
PU-ESCON-040	Cubierta a base de vigueta y bovedilla de alma abierta de 20 cm. con vigueta 14-36 y refuerzo adicional de 2 varillas 3/16" con una capa de compresión de concreto f'c=200 kg/cm2 de 5 cm. De espesor con malla electrosoldada 6x6-8/8 y bovedillas de mortero.	M2	36.0000	69.9570	2518.45	69%
PU-ESCON-200	Trabe de concreto armado de 25x45 cm. concreto f'c=200 kg/cm2 T.M.A.G. 3/4" armada con 6 varillas del no. 5 y estribos de alambón a cada 20 cm.	ML	6.0000	93.3600	560.16	15%
PU-CADEN-020	Cadena de cerramiento 15x20 Concreto F'C=200 KG/CM2, T.M.A.G. 3/4", con 4 var 3/8" y estribos del 2 a cada 20 CM. acabado comun.	ML	24.0000	22.7600	546.24	15%
<b>4</b>	<b>Losa aligerada de 20 cm. de espesor con capa de compresión de 5 cm. con malla 6x6-6/6 y con casetones de 65x65x15 cm. Nervaduras de 11 cm. de ancho reforzada con 1 varillas de 1/2" en la parte superior y 1 varillas de 5/8" en la cara inferior.</b>				<b>3751.56</b>	<b>100%</b>
PU-ESCON-020	Losa aligerada de 20 cm. de espesor con capa de compresión de 5 cm. con malla 6x6-6/6 y con casetones de 65x65x15 cm. Nervaduras de 11 cm. de ancho reforzada con 1 varillas de 1/2" en la parte superior y 1 varillas de 5/8" en la cara inferior.	M2	36.0000	104.2100	3751.56	100%
<b>5</b>	<b>Cubierta a base de losacero 36/15 calibre 24 con conectores. sobrecarga de 309 kg/m2. con capa de concreto de 5 cm. de espesor con refuerzo de malla electrosoldada 6x6-6/6, sobrecarga máxima de 486 kg/m2 con apuntalamiento intermedio de cada claro.</b>				<b>4022.22</b>	<b>100%</b>
PU-ESCON-060	Cubierta a base de losacero Calibre 24 Sección 30/15 con 5 cm, de espesor de concreto f'c=200 kg/cm2. hecho en obra, con malla electrosoldada 6x6-6/6, incluye conectores nelson.	M2	36.0000	52.5800	1892.88	47%
PU-ESCON-090	Viga IPR de 12" x 6 1/2" incluye elevación, colocación y soldado as=52.2 kg/m	ML	6.0000	192.1500	1152.90	29%
PU-ESCON-085	Viga IPR de 8" x 4" incluye elevación, colocación y soldado as=22.4 kg/m	ML	12.0000	81.3700	976.44	24%

Tabla 2 Cuantificación de Emisión de CO<sub>2</sub> eq. por sistema estructural de 36 m<sup>2</sup>.

(Elaboración propia).

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Haciendo un análisis por cada sistema en un metro cuadrado se obtiene la tabla 3, que concentra la emisión de contaminantes:

Descripción completa	Emisión de CO2 únicamente del sistema	Emisión de CO2 únicamente del sistema.	Emisión de CO2 x proyecto en 36 m2.	Emisión de CO2 x proyecto en kg/M2
<i>Losa de maciza de concreto f'c=200kg/cm2 T.M.A.G. 3/4" de 13 cm. De espesor armada con var de 3/8 a cada 26 cm. en el centro y a cada 17 en el borde continuo y a cada 30 cm por cambios volumétricos, Acabado comun, incluye aplanado en plafon con yeso de 1.5 cm. De espesor. Trabe de 25x45 armada con 6 varillas de 5/8" estribos de alambón a cada 20 cm.</i>	2343	65	3449	96
<i>Cubierta a base panel W tipo L-PS-3 con refuerzo de dos varillas de 3/8" a cada 50 cm en claro corto, con capa de compresión de 4 cm. De espesor de concreto f'c=200 kg/cm2. con plafón de yeso de 1.5 cm. de espesor acabado fino. trabe de 20x45 armada con 6 varillas de 5/8" y estribos de alambón a cada 21 cm. y cadenas de cerramiento de 15x20 con varilla de 3/8"</i>	2786	77	3851	107
<i>Cubierta a base de vigueta y bovedilla de 20 cm. De espesor ccon viguetas de 14-36 y refuerzo adicional de 2 barillas de 3/16" con una capa de compresión de concreto f'c=200 kg/cm2 de 5 cm. De espesor con malla electrosoldada 6x6-8/8 y bovedillas de mortero de 15x20x68.</i>	2518	70	3625	101
<i>Losa aligerada de 20 cm. de espesor con capa de compresión de 5 cm. con malla 6x6-6/6 y con casetones de 65x65x15 cm. Nervaduras de 11 cm. de ancho reforzada con 1 varillas de 1/2" en la parte superior y 1 varillas de 5/8" en la cara inferior.</i>	3752	104	3752	104
<i>Cubierta a base de losacero 36/15 calibre 24 con conectores. sobrecarga de 309 kg/m2. con capa de concreto de 5 cm. de espesor con refuerzo de malla electrosoldada 6x6-6/6, sobrecarga máxima de 486 kg/m2 con apuntalamiento intermedio de cada claro.</i>	1893	53	4022	112

Tabla 3 Emisión de contaminantes por sistema en metro cuadrado.

(Elaboración Propia).

En ésta se observa que el sistema que produce menos contaminante en su construcción es el sistema tradicional de losa maciza seguido por los sistemas de Losa aligerada y el sistema vigueta y bovedilla, y el último con mayor contaminación es el sistema de cubierta a base de losacero.

Analizando la emisión de contaminantes por tipo de insumo se obtiene la tabla 4 que se muestra a continuación.

	Losa maciza		Panel W		Vigueta y bovedilla		Losa aligerada		Losa nervada		Promedio en %
	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	
Marateriales	3167	92%	3490	91%	3352	93%	3544	94%	3644	91%	<b>92%</b>
Mano de obra	237	7%	331	9%	243	7%	175	5%	166	4%	<b>6%</b>
Maquinaria	44	1%	30	1%	30	1%	33	1%	212	5%	<b>2%</b>
Totales	3449	100%	3851	100%	3625	100%	3752	100%	4022	100%	<b>100%</b>

Tabla 4 Emisión de contaminantes por tipo de insumo que interviene en el sistema.

(Elaboración propia).

Esto nos muestra que el tipo de insumo que más repercute en contaminación son los materiales, con un promedio del 92% de cada sistema; después la mano de obra con el 6% y al último, el uso de maquinaria con el 2%. Analizando los materiales y en particular el cemento, el acero de refuerzo y el material industrializado utilizado en el sistema se obtiene la tabla 5 de emisión de contaminantes por tipo de material.

	Losa maciza		Panel W		Vigueta y bovedilla		Losa aligerada		Losa acero		Promedio en %
	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	CO2 eq.	%	
Cemento	956	30%	619	18%	611	18%	621	18%	359	10%	<b>19%</b>
Acero	832	26%	631	18%	575	17%	1142	32%	1888	52%	<b>29%</b>
Industrializados	0	0%	1392	40%	1419	42%	682	19%	866	24%	<b>27%</b>
Otros	1379	44%	848	24%	747	22%	1099	31%	532	15%	<b>25%</b>
	3167	100%	3490	100%	3352	100%	3544	100%	3644	100%	<b>100%</b>

Tabla 5 Emisión de contaminantes por tipo de material que interviene en el entropiso.

(elaboración propia).

De este análisis se observa que en promedio el principal material contaminante en los sistemas es el acero de refuerzo con el 29%; después el material industrializado como el panel W, viguetas y bovedillas, polistireno expandido en la losa aligerada y lámina acanalada en la losacero con el 27% y después el cemento gris con el 19%.

### Conclusiones

La base de datos generada a partir de información publicada en investigaciones donde se determinaron de manera experimental los gases de efecto invernadero emitidos en la manufactura de diversos materiales de construcción, permitió cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. Los resultados obtenidos en esta investigación arrojan las siguientes conclusiones:

- El sistema que emite menos contaminante en su construcción es el sistema de losa maciza, con 96 kg CO<sub>2</sub> x m<sup>2</sup> en aplicación como entrepiso.
- El sistema con mayor emisión de contaminantes es la cubierta a base de losacero con 112 kg de CO<sub>2</sub> eq. x m<sup>2</sup>, en un sistema de entrepiso (ver tabla 3) esto principalmente por la cantidad de acero que participa.
- Existe poca diferencia entre los cinco sistemas, esto es, mientras que el sistema losacero tiene un incremento de 16 kg de CO<sub>2</sub> equivalentes al 17% con respecto al menor de todos que es la losa maciza (ver tabla 3). Diferencia relativamente pequeña si consideramos que los acabados como loseta de cerámica y plafón de yeso general 33 kg de CO<sub>2</sub> equivalente y un muro de tabique rojo de 13 cm. de espesor con aplanado de mezcla acabado fino en las dos caras con pintura vinílica genera 74 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por metro cuadrado.
- En cada sistema existe algún material que aporta fuertemente contaminantes al total del sistema, siendo la lámina acanalada en la losacero, con un 24%; en la losa aligerada el poliestireno con un 19%; en el sistema vigueta y bovedilla, las mismas emiten el 42% y en el sistema panel W el panel representa el 40% (ver tabla 5).
- A razón de comparación se realizó el análisis de un sistema a base de terrado con vigas de madera de 4"x4" con enladrillado encima, una capa de tierra y terminado con un firme enladrillado con acabado de lechada de cemento gris, arrojando un resultado de 99 kg de CO<sub>2</sub> x m<sup>2</sup>, muy cercano de la losa maciza. Esto se debe a la cantidad de contaminantes que emite el ladrillo de barro rojo cocido, en su producción. En este análisis se incluyeron cadena de cerramiento y para dividir el tablero en dos claros de 3.0 m. una trabe de concreto de 20x40.

### Recomendaciones

Se recomienda el uso racionalizado del acero y cemento en las estructuras de soporte que así lo requieran, no obstante, existen muchos otros componentes de una construcción a considerar y que tienen una repercusión igual o probablemente mayor que la estructura, como son muros, pisos, acabados e instalaciones. Por lo que se recomienda hacer un estudio comparando diferentes sistemas de construcción como son un edificio a base de marcos, un edificio a base de muros confinados y un edificio con construcción regionalizada.

Es bueno también analizar el comportamiento de las estructuras desde un punto de vista térmico, ya que de esto depende el mayor o menor consumo energético en el buen funcionamiento del edificio.

### Referencias

- Carazo, Alejandro. *Cifras básicas de la relación madera-fijación de carbono- CO<sub>2</sub> atmosférico*. Base de Datos ICYT, Revista electrónica *Montes*, revista núm. 84, año 2006, pp. 48-52.
- Base de datos del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). <https://itec.es/metabase/productos-sostenibles/14/m/m/#>
- Base de datos emitida por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. *Cálculo automático de emisiones totales en relación a los consumos energéticos de sus instalaciones. Año 2014*.
- Reglamento de construcción y seguridad Estructural para el Estado de Oaxaca. Gobierno del Estado de Oaxaca. Vigente.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Distrito Federal. Gaceta oficial del 6 de octubre de 2004. Tomo I. Administración Pública del Distrito Federal, Jefatura de Gobierno.

# Unidad de medida base de la arquitectura prehispánica funeraria de Xaagá, Oaxaca

M. Arq. Jorge Alberto Porras Allende<sup>1</sup>, Dr. Herwing Zeth López Calvo<sup>2</sup>, M. Arq. Heidy Gómez Barranco<sup>3</sup> y Arq. Jorge Iván Porras Sánchez<sup>4</sup>.

**Resumen**— Actualmente se cuenta con conocimientos sobre la proporción y relación de los elementos arquitectónicos en plantas y alzados de la zona arqueológica de Mitla, así como del posible significado de las grecas de sus tableros, sin embargo, no se ha analizado ni determinado la Unidad de Medida Base (UMB) de longitud utilizada para trazar y construir sus edificios. En esta investigación se presenta una propuesta de UMB de longitud, utilizada para trazar la arquitectura funeraria de la comunidad de Xaagá en Mitla, uno de los dos principales desarrollos culturales de la Arquitectura Zapoteca en los Valles Centrales de Oaxaca. La propuesta parte del análisis específico de la tumba prehispánica ubicada en el interior de la ex-hacienda de la población, la cual fue edificada por colonos españoles, quienes edificaron sus habitaciones sobre parte de la tumba prehispánica, construida con anterioridad por los dirigentes de un pequeño señorío de Mitla.

**Palabras clave**— unidad de medida, arquitectura funeraria, Xaagá.

## Introducción

Actualmente y por iniciativa privada, se lleva a cabo un estudio para el conocimiento detallado de la arquitectura funeraria en Mitla, Oaxaca, a partir del análisis de la tumba prehispánica localizada en la Agencia municipal de Xaagá perteneciente a Mitla, su cabecera de gobierno.

Durante el proceso de investigar la temática o significado de los grabados presentados en los tableros de muros y del conjunto funerario, se halló que las dimensiones de los diferentes elementos de piedra que la componen guardan una relación métrica, de cuyos múltiplos y fracciones. Surge a través de esto la propuesta de una Unidad de Medida Base (UMB) de longitud equivalente con el sistema métrico que pudo servir para el trazo y construcción de esta y otras obras similares.

Mediante esta investigación se fincan las bases que permitirán determinar vínculos entre vestigios de obras similares, su datación para contribuir al catálogo de valores patrimoniales mexicanos y facilitar las gestiones para la designación de recursos para su rescate.

Ante la “escasa” información bibliográfica o documental de tipo histórico que existe, no se cuenta con alguna que dé referencia a la unidad de medida establecida o empleada para el trazo y construcción de obras, y en específico funerarias en la región; por lo que es necesario documentar la mayor cantidad de ésta antes de su pérdida total, así como promover la conservación y puesta en valor de las existentes.

La determinación de la UMB de longitud utilizada en la construcción de la tumba prehispánica en Xaagá, permitirá relacionar su origen con otros patrimonios arqueológicos como la Tumba 1 de Mitla, al ubicar sus fechas de construcción, posibles constructores y usuarios del recinto funerario.

El objetivo principal es pues, determinar un valor métrico de comparación y vinculación de diferentes patrimonios arqueológicos como fundamento de relación y dependencia de los asentamientos culturales de la región. Y de manera particular determinar la unidad de medida utilizada en la construcción de la tumba prehispánica en Xaagá para posteriormente relacionarla con otros monumentos existentes en la región. Un corolario a éste objetivo es proponer las características, elementos y semiótica que definen la UMB de una edificación funeraria.

En el tiempo en el que se construyó la tumba de Xaagá, y en estudios de otras partes del mundo, se encuentra que el hombre tomó como base de medida el cuerpo, es decir, el pie, codo, palma y pulgar, entre otros. En Oaxaca, en la tumba de Xaagá se tuvo la necesidad de tomar medidas relacionadas a una base de medición para su construcción y sustento y por el tipo de obra, es posible que dicha medida tenga una carga significativa. En este caso

<sup>1</sup>El M. Arq. Jorge Alberto Porras Allende es Profesor-Investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura “5 de Mayo”, Oaxaca, México y miembro del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [arq\\_porras@hotmail.com](mailto:arq_porras@hotmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup>El Dr. Herwing Zeth López Calvo es Profesor-Investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura “5 de Mayo”, Oaxaca, México y miembro del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [herwingzeth@gmail.com](mailto:herwingzeth@gmail.com).

<sup>3</sup>La M. Arq. Heidy Gómez Barranco es Profesora-Investigadora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura “5 de Mayo”, Oaxaca, México y miembro del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [arq\\_heidy@hotmail.com](mailto:arq_heidy@hotmail.com).

<sup>4</sup>El Arq. Jorge Iván Porras Sánchez es Colaborador del CA. UABJO 054 “Tecnología y Sustentabilidad”, [jips.921124@gmail.com](mailto:jips.921124@gmail.com).

la tumba de un "Señor" o "Cacique" es algo relevante en comparación con cualquier otra medición como la de mercancías de trueque o intercambio, por lo que su construcción se debió realizar con cierto grado de exactitud.

### Descripción del Método

Para estar en posibilidades de determinar la medida base utilizada como referencia, ésta investigación tomó la lectura del sistema métrico decimal con exactitud en centímetros y milímetros. Se midieron todos los elementos que componen la planta de la tumba cruciforme y cada una de las ocho caras o paramentos de los tableros tipo doble escapulario con las grecas que contiene.

Posteriormente se compararon dichas mediciones en busca de patrones o relación en múltiplos fraccionarios y se obtuvo lo que denominamos "codo de Mitla" (cM).

Finalmente se analizó la variación de medidas para determinar el grado de precisión.

La investigación es tipo analítica y consistió en un estudio fotográfico, métrico y de redigitalizado del inmueble en tres dimensiones, todo encaminado a definir la UMB de longitud utilizada.

El material de análisis utilizado para el proyecto se obtuvo de:

- El dimensionado *in situ* de los elementos compositivos de la tumba tanto en planta como alzado.
- Levantamiento topográfico de cada elemento y su conjunto.
- Las publicaciones sobre el desarrollo cultural presentado en esa región.
- Las dimensiones de la Tumba 1 y 2 de Mitla a las que se tuvo acceso.

### Análisis formal

La tumba se encuentra ubicada en el patio principal de dicha ex-hacienda, posterior a la fuente de agua, bajo el acceso a las habitaciones del hacendado. El acceso se presenta descendiendo a una plataforma de 1.90 x 3.00 m (figura 1 y 2).

El acceso de la tumba está orientado al poniente. Los muros que conforman el rectángulo de acceso son de piedra, de manufactura reciente con cadenas y castillos de concreto armado, construidos a mediados del siglo pasado de forma provisional (ver figuras 3).

Históricamente la tumba prehispánica de la ex-hacienda de Xaagá pertenece a la Arquitectura funeraria de Mitla, ubicada cronológicamente en el periodo postclásico temprano de la cultura Mesoamericana (entre el año 900 al 1200 de nuestra era); época de surgimiento de los reinos Mixtecos y del desarrollo de Mitla después de la caída del poderío de Monte Albán.

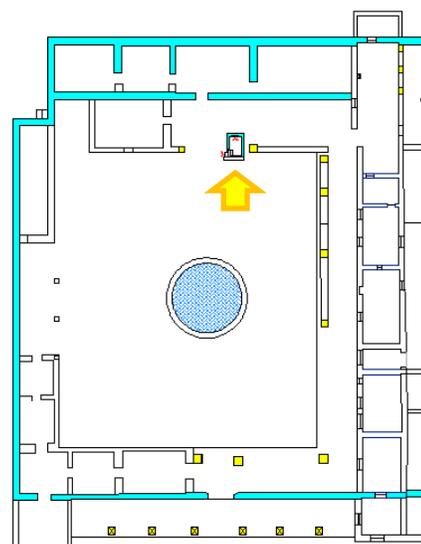


Figura 1.- Acceso a la tumba en la ex-hacienda de Xaagá  
(elaboración propia)



Figura 2.- Vista de la tumba desde el patio principal  
(elaboración propia).

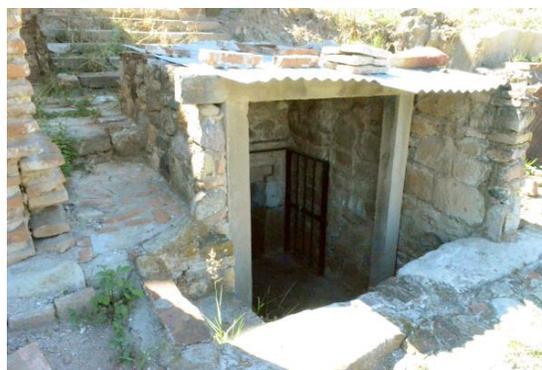


Figura 3.- Acceso a la tumba  
(elaboración propia).

La tumba tiene en planta geometría cruciforme, formada por una antecámara y tres cámaras (ver figura 4), lo que es similar al estilo de las tumbas de la zona arqueológica de Mitla, específicamente con las llamadas Tumba 1 y Tumba 2. Todas ellas están decoradas con tableros tipo "doble escapulario" formados por grecas (ver figura 5 y 6). También fueron construidas con bloques de piedra de 30 cm de ancho aproximado, unidos a hueso sin observarse mortero de unión. Las piedras que enmarcan los muros, estaban pintadas de color rojo con un enlucido de cal, similar al que se presenta en el fondo de las grecas. En todas las tumbas disminuye la altura en el acceso forzando a los visitantes a entrar inclinando la cabeza. Los muros presentan talud en su parte inferior y superior, como se aprecia en la figura 8. Los tableros están formados por grecas que sobresalen del fondo pero quedan en bajorrelieve del muro y rodeados por molduras sobresalientes que lo enmarcan.

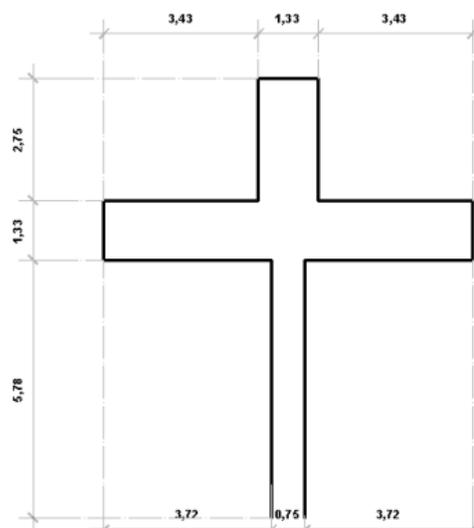


Figura 4.- Planta de la tumba de Xaagá (elaboración propia).

Las piedras utilizadas en la construcción de la tumba son de toba volcánica, del mismo tipo que se utilizó en las demás tumbas mencionadas. Los tableros cuentan con grecas labradas en grandes bloques de piedra, y presentan un trabajo estilístico muy refinado similar a las de la zona monumental de Mitla. La cubierta está formada por bloques monolíticos de piedra los cuales en algunas partes ya presentan fracturas. El piso actualmente está formado por una capa de tierra suelta de 5 cm aproximadamente y bajo él tiene un aplanado de cal de escasos 2 cm, con un acabado pulido y terminado enlucido en color rojo.



Figura 5.- Cámara "A" de la tumba de Xaagá (elaboración propia).



Figura 6.- Maqueta virtual de la cámara "A". (elaboración propia).

Las grecas que forman el tablero estaban recubiertas con una mezcla de cal en la parte de relieve y con acabado final de color rojo en el bajorrelieve. El color es similar al usado en las pinturas rupestres de Mitla.

Con el fin de realizar un análisis detallado de la composición formal de la tumba se estudió por separado cada muro que lo conforma, asignando una L a los muros laterales, iniciando con la antecámara en dirección de las manecillas del reloj. Los fondos de las cámaras con la letra F se numeraron de izquierda a derecha como se muestra en la planta arquitectónica de la figura 7.

En todas ellas se digitalizaron los tableros tratando en todo momento de obtener la forma original de su trazo, respetando las dimensiones que presentan.

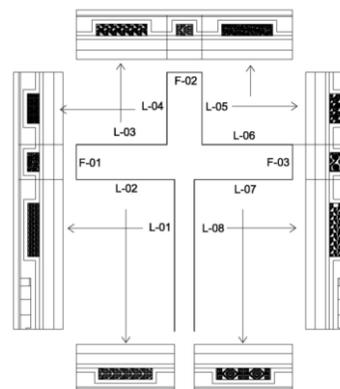


Figura 7.- Planta Arquitectónica de la tumba con nomenclatura (elaboración propia).

Todos los muros tienen la misma composición; dos taludes, el primero de abajo hacia arriba pintado de rojo (A), el segundo, aplanado con cal con un color blanco amarillento (B). En la parte superior tiene un tablero rodeado por dos molduras a diferente profundidad (C y D), y por último un muro pintado de color rojo en talud invertido (E). Entre cada uno de los elementos existe una distancia en relieve de dos centímetros aproximadamente. Se muestra el detalle de cada uno de los muros en la figura 8.

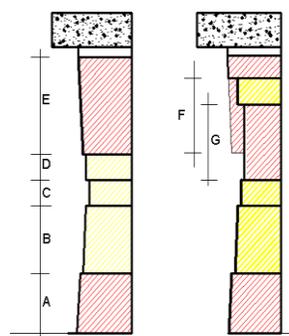


Figura 8.- Corte de los taludes del muro en la parte lateral y central de los tableros (elaboración propia).

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Del levantamiento de información realizado, se logró determinar la dimensión en centímetros y milímetros de cada uno de los muros, de sus tableros, de las grecas que lo conforman tanto de forma horizontal como vertical, así como, del tipo de enlucido y color del pigmento aplicado a cada uno (ver figuras 9 y 10).

Debido a que los anchos de los tableros tienen mayor variación de medida que las alturas y dado que la parte más importante de los muros son los tableros, se tomó como UMB la altura del tablero, cuya longitud promedio es de 43.8 cm. A partir de una comparación con todos los elementos que la conforman, se encontraron trazos fraccionarios en proporciones de 1/3, 1/2, 2/3 y 3/4.

Con la referencia de que en épocas anteriores emplearon el cuerpo humano como unidad de medida y al encontrar una enorme coincidencia entre tres aspectos durante la investigación, con los que se pudieron comparar las medidas de longitud *in situ*; denominamos "codo de Mitla (cM)" a la UBM para la longitud, a precisar en investigación subsiguiente

Dichos elementos son: la UMB tomada; la longitud del dedo medio de la mano al codo del nativo de la comunidad que asiste en la investigación, y con quien coincidió exactamente al presentarlo sobre el tablero; y algunas de las medidas de la Tumba 1 de Mitla.

En la figura 11, se presentan las dimensiones de los largos que resultaron empleando como UBM el cM. El acceso mide 4 1/2 cM, la antecámara que continúa mide 8 1/2 cM, la cámara frontal (B) mide 6 cM y las dos laterales (A y C) miden 8 cM.

El ancho de las tres cámaras es de 3 cM y de la antecámara y acceso es de 2 cM. La altura de la tumba es de 4 cM.

En la figura 11 observamos también que existe un eje de simetría que corre de forma vertical dividiendo en dos la tumba. Los muros derecho e izquierdo de las cámaras laterales no son simétricos, debido a que la antecámara es de menor ancho que las cámaras por lo que se requiere aumentar el largo del tablero y el espacio al lado (entre la antecámara y el tablero). De la primera cámara (A), (que aplica también para la cámara C); su muro L-03 (muro derecho), mide 8 cM de largo y su tablero 4 1/2 cM

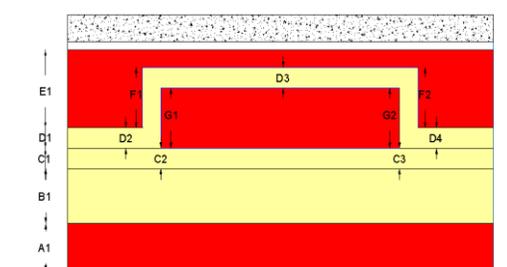


Figura 9.- Simbología utilizada en medición de alturas de los muros interiores de la tumba (elaboración propia).

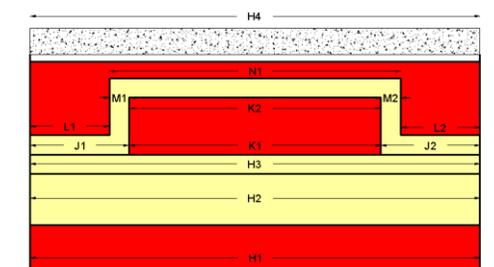


Figura 10.- Simbología utilizada en medición de largos de los muros interiores de la tumba (elaboración propia).

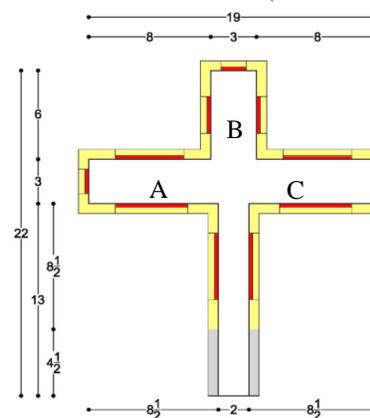


Figura 11.- Planta acotada en "codos de Mitla" (cM) de 43.8 cm. (elaboración propia).

centrados dejando a los lados taludes de  $1\frac{3}{4}$  cM. El muro ubicado al lado izquierdo de la cámara A es de  $8\frac{1}{2}$  cM y presenta la peculiaridad de contar con un tablero de  $4\frac{3}{4}$  cM y a su lado derecho, (muro L-02), mide  $1\frac{3}{4}$  cM y al izquierdo mide 2 cM.

Ahora bien, de forma vertical y de abajo a arriba, expresados como alturas, el primer y segundo taludes son de 1 cM, continúa una moldura basal de  $\frac{1}{3}$  cM, sobre el cual descansa el tablero con grecas de 1 cM, mismo que está rodeado de una moldura de  $\frac{1}{3}$  cM de ancho. La altura total del muro es de 4 cM (ver figura 12).

El fondo de las tres cámaras mide 3 cM de ancho y cuenta con un largo de tablero de  $1\frac{2}{3}$  cM por 1 cM de altura. Los dos muros laterales de la cámara central tienen un tablero de  $2\frac{1}{2}$  cM de largo por 1 cM de alto ubicado en el centro.

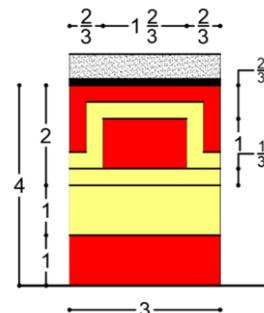


Figura 12.- Muro frontal de las cámaras (A, B y C)  
(elaboración propia).

### Conclusiones

Después de un estudio minucioso de las medidas de cada elemento y moldura, y tomando como UMB la altura promedio de los tableros con un valor de 43.8 cm, la cual llamamos *codo de Mitla*, se propusieron longitudes utilizando fracciones y múltiplos de ésta, es decir,  $\frac{1}{2}$  cM,  $\frac{3}{4}$  cM,  $1\frac{1}{2}$  cM, etc. obteniendo una variación del  $\pm 10\%$ , con un promedio final de variación de 1%, como se muestra en resumen en el cuadro 1. Para su mayor comprensión (ver tabla 1 a 6 del anexo).

Cara de la tumba	Horizontales	Verticales
Frontal 1,2 y 3	103.0%	100.7%
Lateral 1 y 8	102.3%	101.2%
Lateral 2 y 7	101.0%	100.8%
Lateral 3 y 6	97.6%	100.5%
Lateral 4 y 5	99.2%	100.7%
<b>Promedio general de la Medida</b>		100.7%

Cuadro 1.- Resumen final de variación de medidas  
(elaboración propia).

Considerando que en la antigüedad la *braza* es la altura del cuerpo humano cuyo equivalente corresponde a cuatro codos, y a que en la tumba de Xaagá la altura corresponde al equivalente en 4 cM (175.2 cm.); la UMB determinada y descrita en éste trabajo resulta evidencia de que se va por buen camino.

### Recomendaciones

La Tumba 1 de Mitla ubicada en su zona arqueológica tiene una organización similar a la tumba de estudio en Xaagá aunque su altura es mayor. Las medidas del ancho de las cámaras son de 3 cM, la antecámara de 2 cM, la altura de los tableros del fondo de las tres cámaras y las del acceso es de 1 cM de alto, comparándolas con las de Xaagá son similares, por lo que es probable que se hayan construido en tiempos cercanos o medidos por la misma persona, Por lo que se recomienda realizar un estudio similar con esta tumba 1 de Mitla.

### Referencias bibliográfica

Dehouve, Danièle. (2014). *Les mesures corporelles dans les rituels mexicains*. Francia: Ateliers d'anthropologie, (40).

Castillo, Víctor. (1972). *Unidades nahuas de medida*. México: Estudios de Cultura Náhuatl

Clark, John C.; Morley, Iain; Renfrew, Colin. (2010). "Aztec Dimensions of Holiness" *The Archaeology of Measurement: Comprehending Heaven, Earth and Time in Ancient Societies*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 150-169. ISBN 978-0521135887.

Robles Garcia, Nely. (2016). *Mitla su desarrollo cultural e importancia regional*, 1a. Edición. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

ANEXOS

DATOS	Lateral 1	Lateral 8	ANALISIS				
			Prom	Medida	Medida	% variación	
Largo de la camara	H1	576.5	5816	579.1	13 cM	569.4	102%
	H2	575.6	579.8	577.7	13 cM	569.4	101%
	H3	574.0	579.9	577.0	13 cM	569.4	101%
	H4	578.4	585.6	582.0	13 cM	569.4	102%
	J1	94.9	90.8	92.9	2 cM	87.6	106%
	J2	87.6	87.1	87.4	2 cM	87.6	100%
Largo del tablero	K1	202.9	204.3	203.6	4 1/2cM	197.1	103%
	K2	2016	203.1	202.4	4 1/2cM	197.1	103%
	L1	79.9	77.0	78.5	12/3cM	73.0	108%
	L2	72.6	72.4	72.5	12/3cM	73.0	99%
Moldura Vertical	M1	15.5	14.1	14.8	1/3cM	14.6	101%
	M2	14.8	15.9	15.4	1/3cM	14.6	105%
N1	2310	2316	2313	5 1/3cM	233.6	99%	

102.3%

Tabla 1.- Análisis métrico de anchos del tablero 1 y 8.

DATOS	Lateral 3	Lateral 6	ANALISIS				
			Prom	Medida en cM.	Medida en cm	% Variación	
Largo de la camara	H1	343.3	344.0	343.7	8 cM	350.4	98.1%
	H2	341.8	344.6	343.2	8 cM	350.4	97.9%
	H3	342.9	344.6	343.8	8 cM	350.4	98.1%
	H4	342.5	346.2	344.4	8 cM	350.4	98.3%
	J1	76.5	75.8	76.2	13/4 cM	76.7	99.3%
	J2	76.0	76.0	76.0	13/4 cM	76.7	99.1%
Largo del tablero	K1	191.0	192.9	192.0	4 1/2 cM	197.1	97.4%
	K2	190.0	191.0	190.5	4 1/2 cM	197.1	96.7%
	L1	62.1	62.0	62.1	15/12 cM	62.1	100.0%
	L2	60.0	58.7	59.4	15/12 cM	62.1	95.7%
Moldura Vertical	M1	12.0	15.5	13.8	1/3 cM	14.6	94.5%
	M2	12.0	15.7	13.9	1/3 cM	14.6	95.2%
N1	2010	2016	2013	4 2/3 cM	204.4	98.5%	

97.6%

Tabla 3.- Análisis métrico de anchos del tablero 3 y 6.

DATOS	Frontal 1	Frontal 2	Frontal 3	ANALISIS			
				Prom	Medida	Medida	% variación
Largo de la camara	H1	133.1	132.2	132.9	3 Codo	131.4	1010%
	H2	136.0	134.0	136.0	3 Codo	131.4	103.0%
	H3	139.0	138.1	139.1	3 Codo	131.4	105.6%
	H4	131.1	132.1	129.1	3 Codo	131.4	99.5%
	J1	31.4	29.2	31.1	2/3Codo	29.2	104.8%
	J2	31.3	30.2	28.8	2/3Codo	29.2	103.1%
Largo del tablero	K1	72.2	76.5	74.5	12/3Codo	73.0	1019%
	K2	78.2	75.5	72.1	12/3Codo	73.0	103.2%
	L1	15.0	16.5	14.8	1/3Codo	14.6	105.5%
	L2	15.8	16.3	16.6	1/3Codo	14.6	111.0%
Moldura Vertical	M1	15.6	14.4	15.0	1/3Codo	14.6	102.7%
	M2	15.2	15.4	14.4	1/3Codo	14.6	102.7%
N1	98.3	99.2	92.5	2 1/3Codo	102.2	94.6%	

103.0%

Tabla 5.- Análisis métrico del ancho del fondo de las cámaras.

DATOS	Lateral 12	Lateral 17	ANALISIS				
			Prom	Medida en cM.	Medida en cm.	% variación	
Largo de la camara	H1	372.0	371.0	371.5	8 1/2 cM	372.3	99.8%
	H2	372.9	372.0	372.5	8 1/2 cM	372.3	100.1%
	H3	373.0	372.5	372.8	8 1/2 cM	372.3	100.1%
	H4	372.5	372.5	372.5	8 1/2 cM	372.3	100.1%
	J1	90.2	90.7	90.5	2 cM	87.6	103.3%
	J2	74.0	76.8	75.4	13/4 cM	76.7	98.3%
Largo del tablero	K1	207.0	203.5	205.3	4 3/4 cM	208.1	98.7%
	K2	207.0	201.3	204.2	4 3/4 cM	208.1	98.1%
	L1	77.0	77.5	77.3	12/3 cM	73.0	105.9%
	L2	55.7	59.4	57.6	13/7 cM	62.6	92.0%
Moldura Vertical	M1	15.5	15.4	15.5	1/3 cM	14.6	106.2%
	M2	16.0	15.9	16.0	1/3 cM	14.6	109.6%
N1	236.5	2315	234.0	5 1/3 cM	233.6	100.2%	

101.0%

Tabla 2.- Análisis métrico de anchos del tablero 2 y 7.

DATOS	Lateral 4	Lateral 5	ANALISIS				
			Prom	Medida en cM	Medida en cm.	% Variación	
Largo de la camara	H1	264.5	266.0	265.3	6 cM	262.8	101%
	H2	264.2	264.3	264.3	6 cM	262.8	101%
	H3	264.5	264.2	264.4	6 cM	262.8	101%
	H4	264.8	265.0	264.9	6 cM	262.8	101%
	J1	76.2	76.5	76.4	1 3/4 cM	76.7	100%
	J2	76.0	76.2	76.1	1 3/4 cM	76.7	99%
Largo del tablero	K1	101.8	110.9	106.4	2 1/2 cM	109.5	97%
	K2	105.3	110.8	108.1	2 1/2 cM	109.5	99%
	L1	62.5	62.3	62.4	1 5/12 cM	62.1	100%
	L2	58.4	58.5	58.5	1 5/12 cM	62.1	94%
Moldura Vertical	M1	15.1	13.1	14.1	1/3 cM	14.6	97%
	M2	15.3	12.6	14.0	1/3 cM	14.6	96%
N1	143.5	142.2	142.9	3 1/6 cM	138.7	103%	

99.2%

Tabla 4.- Análisis métrico de anchos del tablero 4 y 5.

Altura del elemento		Cámara Izquierda											Cámara Frontal											Cámara Derecha											Acoso											Análisis			
		Lateral 12	Frontal 1	Lateral 13	Frontal 2	Lateral 14	Frontal 3	Lateral 15	Frontal 4	Lateral 16	Frontal 5	Lateral 17	Frontal 6	Lateral 18	Frontal 7	Lateral 19	Frontal 8	Lateral 20	Frontal 9	Lateral 21	Frontal 10	Lateral 22	Frontal 11	Prom en cm.	Medida en cM (Codo de Mita)	Medida en cm.	% Variación																						
Talud Base	A1	40.9	40.7	39.3	38.0	41.0	40.3	37.5	38.1	39.0	40.0	37.5	39.4	1 cM	43.8	90.0%																																	
	A2	41.5	40.5	37.4	41.9	41.5	41.0	40.6	40.3	38.5	39.0	40.5	40.2	1 cM	43.8	91.8%																																	
Talud 2	B1	40.0	41.6	40.0	40.0	40.0	40.8	40.0	40.0	42.0	40.0	40.6	40.5	1 cM	43.8	92.5%																																	
	B2	40.4	40.4	40.0	40.1	40.5	40.0	40.0	41.8	40.0	40.0	39.8	40.3	1 cM	43.8	92.0%																																	
Moldura Base	C1	15.3	16.2	15.5	15.6	15.3	15.1	15.1	15.4	15.0	15.5	15.6	15.4	1/3 cM	14.6	105.5%																																	
	C2	15.6	15.6	15.7	15.9	16.0	15.3	15.5	15.1	15.1	14.4	15.0	15.4	1/3 cM	14.6	105.5%																																	
	C3	15.6	15.6	15.6	15.7	15.8	15.6	16.2	15.1	15.1	14.6	15.1	15.4	1/3 cM	14.6	106.2%																																	
	C4	15.9	15.4	15.6	14.4	15.3	15.1	15.6	15.6	15.3	15.0	15.1	15.3	1/3 cM	14.6	104.8%																																	
Moldura Superior	D1	15.2	15.4	15.1	15.5	15.3	15.5	15.4	15.6	15.6	15.1	15.6	15.4	1/3 cM	14.6	105.5%																																	
	D2	15.8	15.8	15.3	15.8	15.6	15.3	15.6	15.4	15.7	14.4	16.0	15.5	1/3 cM	14.6	106.2%																																	
	D3	15.6	16.8	15.9	15.0	15.2	15.4	15.9	16.1	16.0	16.7	14.0	15.7	1/3 cM	14.6	107.5%																																	
	D4	15.5	15.0	15.9	15.7	15.0	15.6	15.3	15.8	15.5	16.1	16.0	15.6	1/3 cM	14.6	106.8%																																	
	D5	15.1	15.1	15.6	15.9	15.5	15.7	15.4	15.5	15.6	15.0	15.4	15.4	1/3 cM	14.6	105.5%																																	
Completo	E1	57.0	57.0	56.2	55.2	56.8	55.9	56.8	56.7	55.8	57.4	57.0	56.5	1 1/3 cM	58.4	96.7%																																	
	E2	56.0	57.0	55.0	56.1	56.2	56.8	56.7	57.5	57.6	55.4	55.1	56.3	1 1/3 cM	58.4	96.4%																																	
Altura del Talud Sup	F1	43.7	45.6	43.6	43.3	43.6	43.7	44.1	44.8	44.1	45.7	43.0	44.1	1 cM	43.8	100.7%																																	
	F2	43.0	46.5	42.6	43.8	44.4	43.0	44.2	44.9	44.7	44.2	43.0	44.0	1 cM	43.8	100.5%																																	
Altura del tablero	G1	43.8	44.0	43.4	44.8	43.1	43.7	43.6	44.3	44.0	43.8	43.8	43.8	1 cM	43.8	100.0%																																	
	G2	44.0	44.0	43.1	44.6	43.6	43.7	43.9	44.4	43.4	44.1	42.8	43.8	1 cM	43.8	100.0%																																	

Promedio 100.7%

Tabla 6.- Análisis métrico de alturas de tableros

# Propuesta mínima para la gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software

Alberto Portilla-Flores<sup>1</sup>, Laura Vazquez-Correa<sup>2</sup>, Jorge-Luis Morales-Rodríguez<sup>3</sup>,  
Ian Legaria-Morales<sup>4</sup>, Carolina-Rocio Sánchez-Pérez<sup>5</sup> y Uriel Díaz-Austria<sup>6</sup>

**Resumen**—En este artículo presentamos un panorama general de la gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software bajo la perspectiva reportada en la academia, la metodología para la gestión de proyectos PMBoK, la norma mexicana para el Modelo de Procesos de Software MoProSoft y el modelo de madurez CMMI. El objetivo es sentar las bases para la definición de una propuesta mínima para la gestión de riesgos en PyMEs de Tecnologías de la Información (TI). En este trabajo presentamos dicha propuesta construida en base a buenas prácticas y principios planteados por los modelos mencionados, pero sobre todo pensando en una forma fácil de implementarla en organizaciones catalogadas como PyMEs.

**Palabras clave**—ISW, gestión de proyectos, gestión de riesgos, CMMI, MoProSoft, PMBoK, PyMES, TI.

## 1. Introducción

La gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos en las empresas de Tecnologías de la Información (TI) es una actividad indispensable para asegurar el éxito y la calidad del Software (SW) que es desarrollado, además se contempla como un elemento indispensable en los modelos de buenas prácticas y metodologías de desarrollo de software (p.e. MoProSoft-NMX-I-059-NYCE-2005, CMMI-Capability Maturity Model Integration, ISO/IEC 29110, etc.), que son referentes en las empresas que adoptan la calidad en sus operaciones y diferenciadores claves en un mercado tan competido como el que enfrentan las PyMES (Pequeñas y Medianas Empresas) [2] [6].

En el contexto de proyectos de desarrollo de Software, un riesgo es un evento o condición que cuando ocurre tiene un efecto positivo o negativo en el cumplimiento de uno o más objetivos del proyecto como pueden ser el alcance, la programación, el costo o la calidad del producto. Un riesgo puede tener una o más causas y puede tener uno o más impactos en caso de que ocurra. Los riesgos están presentes en todos los proyectos y son inevitables, sin embargo, una correcta gestión de riesgos es aquella que se basa en su anticipación. Es necesaria la identificación, análisis y creación de un plan de respuesta ante los posibles riesgos que pueden ocurrir en el desarrollo de un proyecto [1].

Un primer paso hacia la gestión correcta de riesgos es la delimitación y definición precisa del “riesgo del proyecto”, de sus “riesgos” asociados y de un “plan de gestión” de estos riesgos, pero en muchas ocasiones en el contexto de las PyMES, no se tienen prácticas al respecto. Primero, la definición de riesgos normalmente no se realiza, debido a la falta de un ejercicio crítico de los mismos en proyectos pasados y futuros, junto con un deseo en las organizaciones de que estos riesgos no emerjan en el desarrollo de los proyectos. Por otro lado, se carece de elementos que permitan tipificar los riesgos y por lo tanto asociarlos a formas genéricas y probadas de manejarlos de manera exitosa. La gestión formal de riesgos es un proceso que involucra diversas actividades, entre las que se encuentran: la identificación de los riesgos, creación de registros, evaluación y medidas para contener, mitigar o eliminar los riesgos.

El tema de la gestión de riesgos ha sido abordado por diversos modelos asociados a la calidad en la industria de las TI. Desde la perspectiva de CMMI (Capability Maturity Model Integration), el mayor riesgo para un proyecto es considerar que no existen riesgos, ya que la experiencia indica que hay una alta probabilidad de que existan, y normalmente los riesgos no contemplados tienen impactos importantes en el desarrollo del proyecto, afectando los esfuerzos estimados para su realización [11]. PMBoK (Project Management Book of Knowledge) habla de ellos como el evento o condición incierta que, de producirse tiene un efecto positivo o negativo en el cumplimiento de uno o más objetivos del proyecto, como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad [7]. Por su parte en MoProSoft (Modelo de Procesos de Software) se plantea que los riesgos de un proyecto en empresas de TI incluyen al cliente y los usuarios, y se pueden tipificar como riesgos de tecnología, riesgos de metodología, riesgos con la organización y riesgos externos al proyecto, para su mejor comprensión y tratamiento [5].

Así pues, el objetivo de la gestión de riesgos es lograr una atención temprana, antes de que los posibles riesgos se conviertan en amenazas que compliquen el desarrollo de un proyecto de desarrollo de software.

En este artículo presentamos un panorama de la gestión de riesgos desde la perspectiva del modelo CMMI, el modelo MoProSoft y la metodología PMBoK, y tomando en cuenta los requerimientos de Miracle Business Network, una empresa PYME de TI que bajo un esquema de Fabrica de Software desarrolla proyectos a la medida para diversos clientes en todo el país. Para ello, se definen los elementos mínimos que deben ser considerados para llevar a cabo una gestión de riesgos, i)

<sup>1</sup> El Dr. A. Portilla Flores es responsable del CIDT en MBN y profesor asociado de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología en Apizaco, Tlaxcala (portilla.alberto@mbn-corp.com.mx).

<sup>2,3,4</sup> Son egresados de la Lic. en Ing. en Computación de la UATx.

<sup>5</sup> La M.C. Caro C. Rocio Sánchez-Pérez<sup>5</sup> es coordinadora de la Lic. en Ing. en Computación en la UATx.

<sup>6</sup> El Ing. U. Díaz-Austria es responsable de la oficina de Proyectos en MBN.

la definición cualitativa y cuantitativa de posibles riesgos, ii) una manera estándar de gestionarlos, y iii) una base de conocimiento de riesgos en proyectos pasados.

El resto del artículo está organizado como sigue, la Sección II presenta una visión académica del tema, la Sección III presenta un panorama de la gestión de riesgos desde la perspectiva de CMMI, MoProSoft y PMBoK, la Sección IV presenta los elementos de nuestra propuesta y finalmente se concluye en la Sección V.

## 2. La gestión de riesgos

La gestión de riesgos ha sido abordada por trabajos académicos desde diversas perspectivas, todas ellas enfatizan la importancia del tema como una buena práctica en la industria de TI.

El tema de la gestión de riesgos en PyMES se abordó en [1], en donde se argumenta que, ya que en la industria del software las pequeñas empresas representan a la gran mayoría, es importante que éstas incorporen prácticas de gestión cuantitativa de procesos adecuadas para este tipo de empresas, a fin de reducir la variabilidad de los proyectos (p.e. el modelo CMMI y la norma ISO/IEC 15504-5 abordan la gestión cuantitativa de procesos/proyectos). Los autores presentan diferentes alternativas sobre la gestión cuantitativa de procesos para pequeñas empresas desarrolladoras de software, explicando cuáles de estos procesos son los más adecuados para lograr buenas prácticas dentro del ciclo de vida de desarrollo de software. Se presenta un estado del arte de mejoras de procesos, armonización de modelos, medición y análisis, propuestas en el entorno de las PyMES, gestión cuantitativa de procesos de software y gestión cuantitativa de procesos de software con Six-Sigma. Sin embargo, el trabajo no integra una propuesta y sólo recopila las propuestas de diversos artículos al respecto.

En [9] se propone una metodología para la gestión de la seguridad y su madurez en las PyMES. Los autores comentan que en las fuentes bibliográficas se resalta la dificultad que supone para estas empresas la utilización de metodologías y modelos de madurez para la gestión de proyectos, ya que éstas generalmente han sido propuestas para grandes empresas. Se propuso una metodología para la solución de problemas complejos en el desarrollo e implementación de proyectos en base a metodologías clásicas. Dentro de sus aportaciones encontramos la rapidez y el ahorro de costos, así como el manejo de un conjunto de matrices que relacionan los componentes como amenazas, vulnerabilidades, criterios de riesgo, procedimientos, registros, reglamentos y métricas, con lo que se pretende reducir el tiempo de desarrollo e implantación.

La metodología propuesta consta de tres subprocesos principales: generación de esquemas de gestión de seguridad, generación de sistemas de gestión de seguridad y mantenimiento del sistema de gestión de seguridad. Para ello se propuso una herramienta denominada MGSM-TOOL que utiliza modelos de seguridad sencillos que permiten automatizar los pasos de la construcción de modelos de gestión específicos.

En [4] se revisa el estado actual y las tendencias emergentes de diversas prácticas de gestión de riesgos de software y se identifican los riesgos específicos de los proyectos de desarrollo de software. Los autores discuten acerca de los desafíos que se tienen al aplicar procesos de gestión de riesgos de software, subrayando los beneficios de aplicar técnicas y herramientas existentes. Se menciona que del 15% al 35% de todos los proyectos de software son cancelados debido a una mala gestión. Por otro lado, las percepciones actuales de la gestión de riesgos en las organizaciones contribuyen a la falta de estabilidad en la ejecución de los proyectos. Los autores tipifican lecciones aprendidas asociadas a riesgos fundamentales recurrentes en los proyectos de desarrollo de software, que pertenecen a tres tipos principales: i) riesgos asociados con la estimación y planificación, ii) riesgos asociados con estados incorrectos y optimistas y iii) riesgos asociados con presiones externas que dañan los proyectos de software. Entre los riesgos recurrentes se encuentran, alta rotación de personal, planes y presupuestos no realistas, desarrollo de funciones de manera incorrecta, desarrollos inadecuados de interfaz de usuario, desarrollo de funcionalidades no necesarias, cambios continuos en los requerimientos, faltantes en componentes construidos externamente, fallas en tareas realizadas externamente y pobre desempeño en tiempo real.

## 3. La gestión de riesgos según PMBoK, CMMI y MOPROSOFT

En esta sección introducimos el concepto de la gestión de riesgos desde la perspectiva de PMBoK, CMMI y MoProsoft.

### 3.1. PMBoK

PMBoK reúne un conjunto de estándares globales del Project Management Institute (PMI) que proporciona buenas prácticas de proyectos, programas y carteras para lograr la excelencia en la gestión de proyectos [7]. La gestión de riesgos es una de las diez áreas definidas dentro de PMBoK y su meta principal es incrementar el impacto y la probabilidad de riesgos positivos y mitigar o eliminar los riesgos negativos.

De acuerdo con la guía el punto no es solo evitar las posibles fallas, sino traer oportunidades al proyecto. La teoría de PMBoK en cuanto a la gestión de riesgos incluye seis procesos principales:

1. Planeación de riesgos. La planeación define como conducir las actividades de la gestión de riesgos en el proyecto.
2. Identificación de riesgos. La identificación determina que riesgos pueden tener un impacto en el proyecto y documenta sus características.
3. Análisis cualitativo de riesgos. Este análisis consiste en priorizar los riesgos para un análisis o acción adicional, evaluando el impacto de su ocurrencia.
4. Análisis cuantitativo de riesgos. Consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos en los objetivos generales del proyecto.
5. Planeación de contingencias. Es la planeación de opciones y acciones para reducir las amenazas a los objetivos del proyecto en la ocurrencia de riesgos.

6. Monitoreo y control de riesgos. Se refiere a implementar planes de respuesta, rastrear los riesgos identificados, identificar nuevos riesgos y evaluar parámetros de efectividad del proyecto a lo largo de todo el proyecto.

Aunque PMBoK presenta una visión clara de los procesos típicos asociados a la gestión de riesgos es demasiado genérico para las necesidades específicas de los proyectos de software además de que no contempla de manera específica a las PyMES. Por otro lado, el implementar a detalle todos los procesos propuestos por PMBoK podría implicar una sobrecarga a las operaciones de las PyMES.

### 3.2 CMMI

CMMI fue propuesto por el SEI (Software Engineering Institute) para ayudar a las organizaciones a lograr la calidad en sus procesos de desarrollo y mantenimiento [11]. La gestión de riesgos se encuentra en el segundo y tercer nivel de madurez de la constelación CMMI Dev, la cual provee un marco para la gestión de los riesgos de un proyecto de desarrollo de software: identificación, evaluación, planeación de riesgos y control de riesgos. CMMI plantea que el propósito de la gestión de riesgos es el identificar problemas potenciales antes de que ocurran. La gestión de riesgos se aborda en el nivel de madurez 2 y 3 de CMMI de la manera siguiente:

- En el nivel 2 el área de proceso PP-Planificación de Proyectos contempla la identificación de riesgos: Desarrollar el plan del proyecto o servicio.
  - Meta específica 2: Desarrollar un Plan de Proyecto.
    - Practica específica 2.1 Identificar los riesgos del proyecto.
- También en el nivel 2 el área de proceso PMC-Monitoreo y Control de Proyectos contempla la gestión de riesgos: Monitorear las actividades del proyecto y tomar acciones correctivas documentadas.
  - Meta específica 1: Monitorear el desarrollo del proyecto contra el plan de proyecto.
    - Practica específica 1.3 Monitorear los riesgos del proyecto.
- En el nivel 3 se contempla el área de proceso RSKMGestión de Riesgos la cual se divide en 3 metas específicas y 7 prácticas específicas:
  - Meta específica 1: Se realiza la preparación para la gestión de riesgos.
    - Practica específica 1.1: Determinar la fuente y categoría del riesgo.
    - Practica específica 1.2: Definir los parámetros usados para analizar y categorizar los riesgos.
    - Practica específica 1.3: Establecer y mantener la estrategia a usar para la gestión de riesgos.
  - Meta específica 2: Los riesgos son identificados y analizados para determinar su importancia.
    - Practica específica 2.1: Identificar y documentar los riesgos.
    - Practica específica 2.2: Evaluar y categorizar cada riesgo identificado usando las categorías y parámetros definidos.
  - Meta específica 3: Los riesgos son manejados y mitigados, cuando sea apropiado, para reducir los impactos a los objetivos.
    - Practica específica 3.1: Desarrollar un plan de mitigación para los riesgos más importantes para el proyecto.
    - Practica específica 3.2: Monitorear el estatus de cada riesgo periódicamente e implementar la mitigación del plan de riesgo apropiado.

Aunque CMMI presenta a detalle un conjunto de buenas prácticas comprobadas en la industria que deben seguirse para una gestión adecuada de los riesgos deja a criterio de las organizaciones su implementación, es decir, presenta el “qué”, pero no el “cómo”, lo cual para las PYMES puede representar un obstáculo en la interpretación de las prácticas y en la facilidad para implementarlas.

### 3.2 MoProSoft

MoProSoft es el Modelo de Procesos de Software dirigido a la pequeña y mediana industria mexicana y a las áreas internas de desarrollo de software (MoProSoft-NMX-I-059-NYCE-2005, [5]). Contempla la gestión como el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. Esta se lleva a dos niveles:

- La Gestión de Procesos se encarga de establecer los procesos de la organización, se compone de diferentes actividades como son la planeación de los procesos, la preparación de la implementación, y la evaluación y control de los procesos. Dentro de la actividad de Planeación se encuentra la creación de un plan de manejo de riesgos de procesos, el cual contiene la identificación y evaluación de riesgos, así como los planes de contención y de contingencia correspondientes. Para poder establecer o actualizar el Plan de Manejo de Riesgos para la Gestión de Procesos se considera:
  - Identificar y evaluar los riesgos en cada proceso.
  - Definir un plan de contención de riesgos.
  - Definir un plan de contingencia.

Posteriormente en la evaluación y control se realiza la supervisión y control de los riesgos identificados en el Plan de Manejo de Riesgos; además de identificar las Lecciones Aprendidas de procesos y su integración a la Base de Conocimiento, para esto se pueden considerar mejores prácticas, experiencias exitosas de manejo de riesgos, entre otras.

- La Gestión de Proyectos, cuyo objetivo es establecer y llevar a cabo las actividades que permitan cumplir con los objetivos. En ella se realiza un Plan de Proyecto, el cual tendrá en uno de sus puntos el Plan de Manejo de Riesgos, además de un reporte de seguimiento, que contiene el registro de las actividades del plan. Se registran los siguientes datos:
  - Fechas de Inicio y Fin.
  - Mediciones.
  - Costo Real de Proyecto.
  - Clasificación por tipo.
  - Tiempo invertido.
  - Alcance y recursos.

Los riesgos de un proyecto pueden incluir al cliente y a usuarios, riesgos de tecnología o la metodología, riesgos con la organización o riesgos externos al proyecto. En este plan, se debe identificar la probabilidad e impacto de cada riesgo, sus implicaciones en los objetivos de manera cuantitativa y cualitativa y por último, definir los procedimientos para reducir el impacto de los riesgos. Ya que MoProSoft está centrado en la organización en base a los procesos de las empresas de TI, no proporciona suficiente detalle para una adecuada gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software.

La Tabla I resume la gestión de riesgos desde la perspectiva de PMBoK, CMMI y MoProSoft. Aunque MoProSoft está orientada a PyMES define de manera muy escueta el tema de la gestión de riesgos. Por otro lado, tanto CMMI como MoProsoft definen de manera general las buenas prácticas y momentos para hacer la gestión de riesgos en un proyecto. Se concluye que estas propuestas no dan detalle ni instrumentos específicos para implementar un proceso de gestión de riesgos en PyMES.

Tabla I: La gestión de riesgos desde la perspectiva de PMBoK, CMMI y MoProSoft.

	Ventajas	Desventajas
MoProSoft	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gestión de riesgos en dos de sus nueve procesos: gestión de procesos y gestión de proyectos.</li> <li>✓ Debido a su patrón de procesos estipula como documentar el proceso.</li> <li>✓ Genera base de conocimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Las actividades están definidas de manera muy general.</li> <li>✗ No describe los procesos que se deben llevar a detalle.</li> </ul>
CMMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Asigna recursos para poder manejar la gestión de riesgos.</li> <li>✓ Uso de herramientas de soporte cuantitativo.</li> <li>✓ Implementa un plan de mitigación para cada riesgo.</li> <li>✓ Genera base de conocimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Añade gastos en términos de documentación.</li> <li>✗ Requiere una cantidad considerable de tiempo.</li> <li>✗ No define a detalle el proceso de monitoreo y control.</li> </ul>
PMBoK	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Su enfoque es sistemático y presenta la información de la misma manera.</li> <li>✓ Lleva un proceso cualitativo lo que permite presentar y entender el nivel de riesgo más fácil.</li> <li>✓ Lleva un proceso cuantitativo lo que permite un monitoreo de rendimiento del proyecto.</li> <li>✓ Proceso de monitoreo y control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✗ Requiere demasiados procesos si se quiere aplicar a pequeños proyectos.</li> </ul>

#### 4. Propuesta mínima para la gestión de riesgos

Nuestra propuesta para la gestión de riesgos consiste en dos elementos, la definición del proceso a seguir en cada proyecto y un conjunto de artefactos de apoyo a dicho proceso. Ambos elementos están alineados a las necesidades de la PyME Miracle Business Network y tratando de cubrir de manera mínima las buenas practicas propuestas por PMBoK, MoProSoft y CMMI Dev 2.

##### 4.1. El proceso para la gestión de riesgos

El proceso detallado propuesto para llevar a cabo la gestión de riesgos se muestra en el BPMN de la Fig. 1:

- Los roles de acuerdo a MoProSoft que participan en el proceso son tres:
  - APE: Se necesita un Administrador de Proyecto Específico (APE) para detallar temas técnicos y de gestión de proyectos en la definición de un plan de riesgos.
  - RDMS: El responsable del área de Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS) se debe involucrar en el desarrollo del plan de riesgos ya que tiene un panorama completo de los proyectos desarrollados previamente y por desarrollar en la organización.
  - GPY: Se necesita la participación de un ejecutivo de Gestión de Proyectos (GPY) a fin de ponderar cuestiones comerciales en el plan de riesgos.
- Las tareas del proceso son las siguientes:
  - El proceso inicia con la tarea “Definir Riesgo del Proyecto”, el cual se apoya del artefacto “Riesgo del Proyecto”.
  - Se evalúa si el riesgo es aceptable, si lo es se continua con el flujo, sino se cancela el proyecto.
  - La siguiente tarea a ejecutarse es Definir Lista de Riesgos la cual se ejecuta en paralelo con los 3 roles apoyándose del artefacto Lecciones Aprendidas, previamente elaborado.

- Se evalúa si la Lista de Riesgos es aceptable, si lo es se continua con el flujo, de no ser así se vuelve a realizar la tarea Definir Lista de Riesgos.
- Continuando con el flujo se presenta el subproceso Análisis de Riesgos, de manera paralela con los 3 roles, en este caso se realizan dos tareas paralelas que son:
  - Establecer Escala Cualitativa.
  - Establecer Magnitud Cuantitativa. (Ver Figura 2). En la cual se muestra el subproceso que realizan los participantes del proceso al analizar y establecer la escala cuantitativa y cualitativa de los riesgos identificados.
- Al finalizar este subproceso se evalúa si el Análisis de Riesgos es correcto, de ser correcto se continúa con el flujo normal, en caso contrario se vuelve a ejecutar el subproceso de Análisis de Riesgos.
- Como penúltimo proceso está la elaboración del Plan de Acción a seguir, al cual se le dar ‘a seguimiento en el subproceso de Monitoreo y Control.
- El subproceso de “Monitoreo y Control” está compuesto por las siguientes actividades (Ver Figura 3), primero se debe analizar el plan de acción definido, después se deben implementar las acciones correctivas identificadas en el plan de gestión de riesgos, para finalmente registrar las lecciones aprendidas y posiblemente analizar el plan de acción original.

#### 4.2. Artefactos

Los artefactos que definimos para realizar los registros y seguimientos correspondientes son los siguientes:

- **Riesgo del Proyecto.** Este artefacto permite hacer una correcta medición del riesgo que implica un proyecto antes de su ejecución, para tomar la decisión de desarrollarlo o no. Con ayuda de este artefacto podremos obtener una calificación final del riesgo asociado al indicador de trabajo dado en un proyecto. Los riesgos para la aceptación de un proyecto en el caso de MBN son 11, y cada riesgo tiene asociado los siguientes parámetros:
  - **Impacto:** Se refiere al efecto negativo en el proyecto en caso de ocurrir el riesgo, está asociado a una calificación de entre 1 y 5, siendo 1 impacto bajo y 5 un impacto alto.
  - **Probabilidad:** Define cual es la posibilidad de que ocurra un riesgo, se le asocia un valor entre 1 y 5, siendo 1 una probabilidad muy baja de que ocurra y 5 una probabilidad muy alta.
  - **Severidad:** Es la relación entre el impacto y la probabilidad, dando como posibles resultados una severidad baja, media, media alta y alta.

La Figura 4 muestra los 11 aspectos contemplados por MBN en el artefacto “Riesgo del Proyecto” a fin de valorar el riesgo de un proyecto y sus valores asociados:

- 1) **Tamaño del proyecto:** El Tamaño del proyecto se refiere al número de recursos involucrados para el desarrollo de un proyecto, por ejemplo gestionar equipos grandes de desarrollo puede ser más complejo que equipos pequeños (3-5 personas).
- 2) **Riesgos Contractuales:** Contempla si el proyecto está asociado a penalizaciones contractuales entre los participantes.
- 3) **Requerimientos:** Los requerimientos se encuentran bien acotados en la estimación inicial.
- 4) **Tecnología:** Se tiene o no experiencia con la tecnología a utilizarse.
- 5) **Estructura del proyecto:** El proyecto está definido modularmente y bajo una arquitectura de trabajo bien establecida.
- 6) **Equipo de trabajo:** El equipo de trabajo está conformado de forma ideal, esto quiere decir que tanto los perfiles del personal participante así como el número de recursos es el adecuado.
- 7) **Tipo de Cliente:** Se tiene o no historial y referencias de trabajo con el cliente, directo, tercerizado, etc.
- 8) **Restricciones de tiempo:** Se respetan los estimados de MBN y hay apertura para ajustar los tiempos en las estimaciones iniciales.
- 9) **Metodología de Desarrollo.** Se tiene o no experiencia con la metodología de desarrollo y su documentación asociada.
- 10) **Alcance del Proyecto:** Se define una fecha o tiempo de proyecto por parte de GPY o APE sin conocer el alcance del proyecto.
- 11) **Tipo de Desarrollo:** El responsable del desarrollo es interno (Fábrica de Software), externo o mixto.

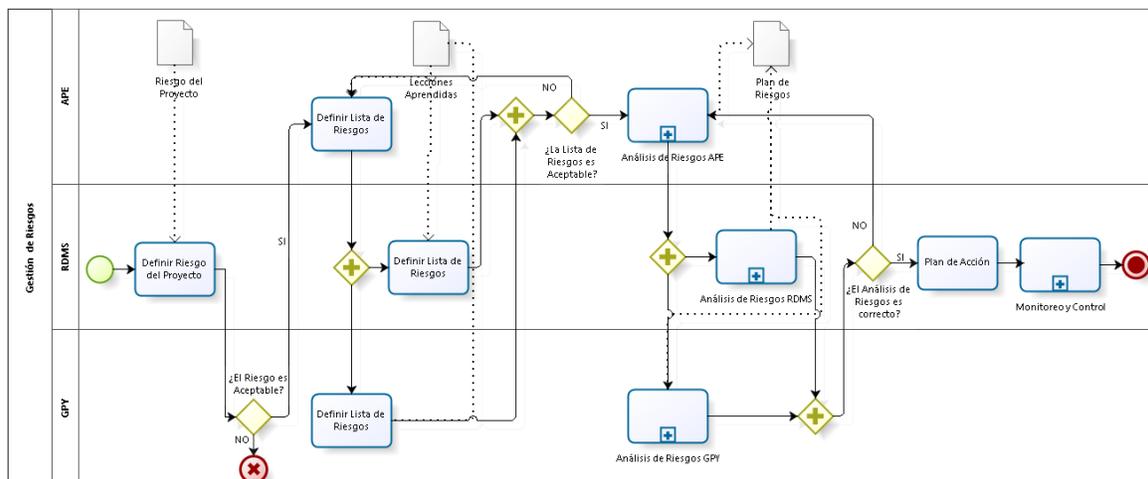


Figura 1: Proceso para la gestión de riesgos.

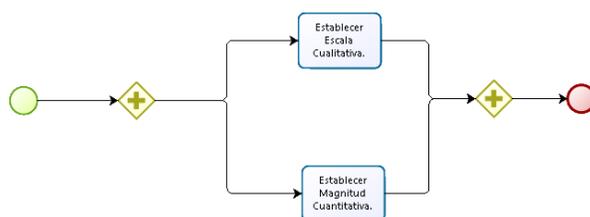


Figura 2: Proceso para el análisis de riesgos de proyectos.

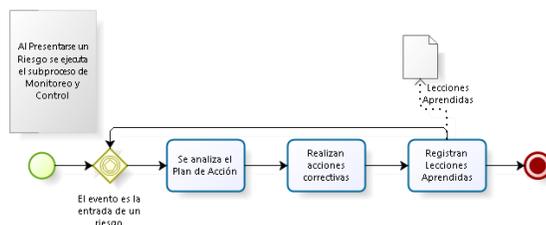


Figura 3: Proceso para el monitoreo y control de riesgos en proyectos.

Por ejemplo, uno de los 11 riesgos es “Tecnología” y sus valores asociados son:

- ID Riesgo: ID4.
- Nombre del Riesgo: “Tecnología”
- Categoría: Tecnología.
- Fuente: Interno.
- Descripción Riesgo: No se tiene experiencia con la tecnología a utilizarse.
- Impacto: A definirse según el proyecto.
- Probabilidad: A definirse según el proyecto.
- Severidad: Se calcula de acuerdo al impacto y la probabilidad.
- Estrategia: Capacitación.

Proyecto: \_\_\_\_\_

DATOS GENERALES					EVALUACIÓN								
ID Riesgo	Nombre Riesgo	Categoría	Fuente	Descripción Riesgo	Impacto	Probabilidad	PI	% Impacto	Severidad	Estrategia	Tiempo de Participación	Costo por Día	Exp. Al riesgo
1	Tamaño del proyecto	Gestión de Proyectos	Interno	El tamaño del proyecto implica riesgos en el desarrollo del proyecto.	2	2	4	17.39%	BAJO	Asumir	5.00%	3.8	0.19
2	Requerimientos	Gestión de Proyectos	Interno	Los requerimientos se encuentran bien acotados en la estimación inicial.	3	2	6	26.09%	BAJO	Asumir	20.00%	15.2	3.04
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	Tipo de desarrollo	Humano	Interno	El responsable de desarrollo es interno (fábrica de SW), externo	1	1	1	4.35%	BAJO	Asumir	5.00%	3.8	0.19

Probabilidad	La posibilidad de ocurrencia del riesgo; esta puede ser medida con criterios de frecuencia o teniendo en cuenta la presencia de factores internos y externos que pueden propiciar el riesgo, aunque éste no se haya presentado nunca.
Impacto	Consecuencias que puede ocasionar a la organización la materialización del riesgo.

Calificación Final	5.8	MEDIO	10%-15% Retrabajo
--------------------	-----	-------	-------------------

Valores Probabilidad /Impacto:

1: 0% - 20%  
 2: 21% - 40%  
 3: 41% - 60%  
 4: 61% - 80%  
 5: 80% - 100%

Riesgo: Alto: 60% -80%  
 Medio Alto: 40% - 60%  
 Medio: 20% - 40%  
 Bajo: 0% -20%

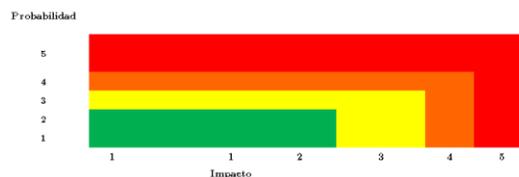


Figura 4: Artefacto “Riesgo del Proyecto”.

- Riesgos del Proyecto. Este artefacto nos permite hacer una correcta medición de los riesgos que pueden ocurrir en un proyecto durante su ejecución. Con ayuda de este artefacto podremos obtener una calificación final del riesgo asociado al indicador de re trabajo dado en un proyecto, así como contemplar una bolsa de riesgos que nos ayude a asumir y mitigar de manera adecuada un riesgo, en caso de que se presente, ver figura 5.

Proyecto: \_\_\_\_\_

ID Riesgos	Nombre Riesgo	Categoría	Fuente	Descripción Riesgo	Impacto	Probabilidad	PI	% Impacto	Severidad	Estrategia	Tiempo de Participación	Costo por Día	Exp. al Riesgo	Bolsa de Riesgos
R1	Desastre natural	Externo	Externo	Por un desastre natural ( temblor, incendio, lluvia, erupción.	2	1	2	16.67%	Bajo	Mitigar	5%	3.8	0.19	
R2	Falla eléctrica	Externo	Externo	Falla de luz eléctrica.	1	1	1	8.33%	Bajo	Asumir	4%	3.04	0.1216	
R3	Robo o pérdida de equipo de cómputo	Externo	Externo	Pérdida del equipo de cómputo.	3	1	3	25.00%	Bajo	Mitigar	5%	3.8	0.19	\$ 12,000.00
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R18	Retrabajo en fase y tareas de corrección de incidencias	Capacitación/Kills	Interno	Falta de conocimiento por parte del equipo de trabajo en procesos de Web Services.	2	3	6	50.00%	Bajo	Mitigar	6%	4.56	0.2736	\$ 12,000.00

Calificación Final	3.0	BAJO	+ - 10% Retrabajo
--------------------	-----	------	-------------------

Figura 5: Artefacto “Riesgos del Proyecto”.

- Estrategia: Se refiere a la acción que tendremos al presentarse un riesgo, siendo estas: Evitar, Mitigar, Asumir y Transferir.

- Tiempo de Participación: Se refiere al tiempo que será necesario invertir en las acciones definidas al presentarse el riesgo.
- Bolsa de Riesgos: Se refiere a una cantidad estimada del costo que tendrá el riesgo identificado en caso de presentarse.

Por ejemplo, uno de los riesgos es “Robo o pérdida de equipo de cómputo” y sus valores asociados son:

- ID Riesgos: ID1.
  - Nombre del Riesgo: “Robo o pérdida de equipo de cómputo”.
  - Categoría: Externos.
  - Fuente: Externo.
  - Descripción Riesgo: Perdida del equipo de cómputo.
  - Impacto: A definirse según el proyecto.
  - Probabilidad: A definirse según el proyecto.
  - Severidad: Se calcula de acuerdo al impacto y la probabilidad.
  - Estrategia: Mitigar.
  - Bolsa de Riesgos: \$12,000.
- Plan de Acción de Riesgo. Este artefacto nos permite tener un plan de acción cuando un riesgo se presente para darle una correcta solución. Cada plan tiene asociado:
    - Estrategia: Se refiere a la acción a realizar como son: Analizar, Capacitar o Aceptar.
    - Mitigación: Se refiere a la acción detallada de lo que se va a realizar.
    - Responsable: Se refiere a la persona encargada de llevar a cabo el plan de acción. (Ver Figura 6).

Proyecto: \_\_\_\_\_

ID Riesgo	ID Plan	Riesgo	Estrategia	Plan de Mitigación	Responsable
1	P_1	Tamaño del proyecto	Analizar	Se analizará que tan grande o complicado es el proyecto propuesto, de ser considerado aceptable se tomará y de lo contrario no se aceptará.	Analista
2	P_2	Requerimientos	Aceptar	Se validará la información de los Requerimientos para poder continuar, de lo contrario se analizarán para poder dejarlos lo más claros posible.	Analista
.	.	.	.	.	.
11	P_11	Tipo de desarrollo	Analizar	El responsable de desarrollo pertenece a Fábrica de SW.	Analista

Figura 6: Artefacto “Plan de Acción de Riesgos”.

Por ejemplo, uno de los planes de acción para los 11 riesgos es “Capacitación” y sus valores asociados son:

- ID Riesgo: R4.
  - ID Plan: P4.
  - Nombre del Riesgo: “Tecnología”.
  - Estrategia: Capacitación.
  - Plan de Mitigación: De no contar con el conocimiento de la tecnología a utilizar, se dar ‘a una capacitación a los miembros del equipo.
  - Responsable: Instructor.
  - Disparador Plan: Tecnología nueva.
- Lecciones Aprendidas. Este artefacto nos permite registrar tanto las buenas como las malas prácticas en las que se incurren durante el desarrollo de un proyecto y que serán de utilidad para su mejora, implementación o para evitarlas en proyectos futuros. Cada lección aprendida tiene asociada:

- Fase de Asignación: Es la fase en que se detecta la lección y ésta puede ser “Integración”, “Vinculación”, “Ejecución”, “Administración” o “Cierre”.
- Categoría: Estas pueden ser “Mejores Prácticas”, “Experiencias Exitosas”, “Riesgos” y “Problemas Recurrentes”.
- Descripción: Es una descripción detallada de en qué consiste la lección aprendida. (Ver Figura 7).

Proyecto:

ID Lección	Fase de Asignación	Categoría	Descripción	Fecha de Identificación	Involucrados
L_1	Integración	PR	Determinación de proyectos a capturar en la convocatoria.	27/10/2017	GPY, APE
L_2	Integración	PR	No involucramiento del área de gestión de finanzas.	27/10/2017	GPY, APE
.	.	.	.	.	.
L_12	Cierre	PR	Atención y dedicación al proceso de cierre por las áreas involucradas (GPY, GE, APE, GPR & ET).	27/10/2017	GPY, APE

Diccionario
Integración del Proyecto
Vinculación
Ejecución del Proyecto
Administración del Proyecto
Cierre del Proyecto
NOTA: Si la lección no es atribuible a una fase específica se deja en blanco esta columna
Determina cuál de estas opciones de la categoría de la lección.
MP: Mejores Prácticas.
EE: Experiencias Exitosas.
RISK: Riesgos.
PR: Problemas Recurrentes.

Figura 7: Artefacto “Lecciones Aprendidas”

Por ejemplo, en el artefacto propuesto una lección aprendida tiene que ver con una mala estimación de los tiempos de desarrollo (“Problemas de Tiempos”) y sus valores asociados son:

- ID Lección: L4.
- Fase de Asignación: Integración.
- Categoría: PR. (Problemas Recurrentes).
- Descripción: Fechas compromiso desfasadas (mayor tiempo del planeado invertido) que incrementan el riesgo de los proyectos.
- Fecha de Identificación: 03/10/2017.
- Involucrados: GPY, APE.
- Recomendación: Analizar mejor los tiempos de desarrollo para una asignación correcta.

#### 4.3. Lista de validación de buenas prácticas.

La Tabla II muestra una lista de validación de las buenas prácticas propuestas por PMBoK, CMMI y MoProSoft y los elementos de nuestra propuesta. Es necesario hacer notar que nuestra propuesta es pragmática y por lo tanto cubre cuestiones (“issues”) de los modelos de manera mínima. Mínima en el sentido de que es fácil de implementar ya que definimos de manera clara una parte del proceso de gestión y una parte de algún artefacto que cubre alguna practica sugerida por PMBoK, CMMI o MoProSoft. Por ejemplo:

- PMBoK sugiere que se realice un proceso de “Planeación de Contingencias” (Ver Tabla II), en nuestra propuesta esto se cubre durante la generación del plan de acción y en el artefacto del mismo nombre, “Plan de Acción”.
- CMMI en la SP 5 recomienda la identificación y documentación de los riesgos (Ver Tabla II), en nuestra propuesta esto se cubre durante el primer proceso de definición de riesgos y en el artefacto “Riesgos del Proyecto”.
- MoProSoft define que es necesaria la supervisión y control de riesgos (Ver Tabla II), en nuestra propuesta esto se cubre a través del proceso de monitoreo y se plasma en el “Plan de Acción”.

### 5. Conclusiones y trabajo futuro

La gestión de riesgos se debe considerar como un elemento indispensable para la gestión de proyectos de desarrollo de software y coadyuvante para garantizar el éxito de los proyectos. Sin embargo, dado que muchos factores deben de ser considerados en la elaboración de planes de ejecución que consideren dicha gestión, se le ha prestado poca atención. Por otro lado, dado que los modelos y metodologías abordan el tema de manera general, se encuentra difícil el implementar este proceso en las organizaciones de manera pragmática.

En este artículo presentamos un panorama general de trabajos que abordan el tema, así como las propuestas existentes en la industria desde la perspectiva de PMBoK, CMMI y MoProSoft. Ambos enfoques son utilizados para proponer una manera de gestionar los riesgos en proyectos de desarrollo de software en una TI-PyME.

La propuesta para la gestión de riesgos que aquí se presenta consta de la definición de un proceso de gestión de riesgos y un conjunto de artefactos. Se propone un diagrama BPMN para describir el proceso de gestión de riesgos el cual detalla los momentos en el desarrollo de un proyecto en donde es necesario abordar el tema, así como un conjunto reducido de artefactos que deben ser empleados a fin de gestionar de manera correcta los riesgos del proyecto. Dentro del proceso de gestión se definen 3 roles participantes que son el administrador del proyecto específico, el responsable del área de desarrollo y mantenimiento de software y el ejecutivo de gestión de proyectos quienes serán los encargados de analizar los posibles riesgos, definiéndolos y evaluando cada uno de ellos para saber si son aceptables o no. Finalmente, presentamos una tabla de validación a fin de demostrar que nuestra propuesta cumple con las recomendaciones y buenas prácticas de tres modelos de la industria (PMBoK, CMMI y MoProSoft).

Actualmente la propuesta detallada en este trabajo se está usando en proyectos de desarrollo de software de MBN y los resultados de su uso serán presentados en trabajos futuros.

Tabla II: Validación de la propuesta con buenas prácticas de la industria.

Modelo	Issues	Artefactos
PMBoK	Planeación de riesgos.	BPMN subproceso analisis de riesgos por roles, Figura 2. Artefacto Riesgo del Proyecto Figura 4 y 5.
	Identificación de riesgos.	BPMN proceso 1 Figura 1. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 2 Figura 4 y 5.
	Análisis cualitativo de riesgos.	BPMN Subproceso 1 Figura 2. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 8 Figura 4 y 5.
	Análisis cuantitativo de riesgos.	BPMN Subproceso 2 Figura 2. Artefacto Riesgos del Proyecto Figura 5, Columna 15.
	Planeación de contingencias.	BPMN subproceso monitoreo y control "analizar plan de acción" Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Columna 5, Figura 6.
	Monitoreo y control de riesgos.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Figura 6.
CMMI	PP-PE 2.1: Identificar los riesgos del proyecto.	BPMN proceso Definir Riesgo del Proyecto Figura 1. Artefacto Riesgos del Proyecto Figura 5, Columna 2.
	PMC-PE 1.3: Monitorear riesgos del proyecto.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Figura 6.
	RSKM-PE 1.1: Determinar fuente y categoría del riesgo.	Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 3 y 4, Figura 4 y 5.
	RSKM-PE 1.2: Definir los parámetros usados para analizar y categorizar los riesgos.	Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 6 y 7, Figura 4 y 5.
	RSKM-PE 1.3: Establecer y mantener la estrategia a usar para la gestión de riesgos.	Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 11, Figura 4 y 5.
	RSKM-PE 2.1: Identificar y documentar los riesgos.	BPMN definir lista de riesgos, segundo proceso, Figura 1. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 2 y 5, Figura 4 y 5.
	RSKM-PE 2.2: Evaluar y categorizar cada riesgo identificado, usando las categorías y parámetros definidos.	BPMN Subproceso 1 y 2 Figura 2. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 3 y 4, Figura 4 y 5.
	RSKM-PE 3.1: Desarrollar un plan de mitigación para los riesgos más importantes para el proyecto.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Columna 5, Figura 6.
RSKM-PE 3.2: Monitorear el estatus de cada riesgo periódicamente e implementar la mitigación del plan de riesgo apropiado.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Columna 5 y 6, Figura 6.	
MoProSoft	Identificar y evaluar los riesgos.	BPMN proceso 1 Figura 1. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 4 y 8, Figura 4 y 5.
	Definir plan de contención de riesgos.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Columna 5, Figura 6.
	Definir plan de contingencia.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Columna 5, Figura 6.
	Supervisión y control de riesgos.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Plan de Acción, Columna 5 y 6, Figura 6.
	Identificar lecciones aprendidas y su integración a base de conocimiento.	BPMN último proceso del subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Lecciones Aprendidas, Columna 4, Figura 7.
	Realizar reporte de seguimiento para identificar probabilidad e impacto de riesgos.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 6 y 7, Figura 4 y 5.
	Definir procedimientos para reducir impacto de riesgos.	BPMN subproceso monitoreo y control Figura 3. Artefacto Riesgo del Proyecto, Columna 11, Figura 4 y 5.

**BIBLIOGRAFIA**

[1] Ardila, C. A., y Pino, F. J. (2013). Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones. *Sistemas y Telemática*, 11(26), 29-46.

[2] Ávila Heredia, E. (2014). Las PYMES en México: desarrollo y competitividad, en *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, No. 201, 2014.

[3] Forigua, S., & Ballesteros, O. (2007). Propuesta de un modelo de análisis para estimación del tamaño del software y gestión de costos y riesgos a partir de requerimientos funcionales.

[4] Kwak, Y. H., and Stoddard, J. (2004). Project risk management: lessons learned from software development environment. *Technovation*, 24(11), 915-920.

[5] MoProSoft (2005). Norma Mexicana NMX-I-059/01-NYE-2005, NYCE, 2005.

[6] OCDE (2013). *Temas y Políticas Clave de PyMES y Emprendedores en México*, (México: OCDE, 2013) pág. 21, pág. 30.

- [7] Project Management Institute. (2004). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Newtown Square, Pa: Project Management Institute.
- [8] Ropponen, J., y Lyytinen, K. (2000). Components of software development risk: How to address them? A project manager survey. *IEEE transactions on software engineering*, 26(2), 98-112.
- [9] Sánchez, L. E., Villafranca, D., Fernández-Medina, E., y Piattini, M. (2009). MGSM-PYME: Metodología para la gestión de la seguridad y su madurez en las PYMES. In V Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática.
- [10] Santos-Olmo, L. A., Fernández-Medina, E., & Piattini, M. (2012). Revisión Sistemática de Metodologías y Modelos para el Análisis y Gestión de Riesgos Asociativos y Jerárquicos para PYMES.
- [11] SEI, Software Engineering Institute (2011). Carnegie Mellon, Introduction to CMMI for Development, Version 1.3, January 2011.
- [12] Ward, S., y Chapman, C. (2003). Transforming project risk management into project uncertainty management. *International journal of Project management*, 21(2), 97-105.

# EFFECTO DE LA MOTIVACIÓN EN EL NIVEL DE DESEMPEÑO LABORAL DE LOS DOCENTES DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICA

M.E. Julia Graciela Preciado León<sup>1</sup>, M.C. Gerardo Ochoa Salcido<sup>2</sup>, Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre<sup>3</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una investigación realizada en una Institución de Educación Superior Pública, en donde el objetivo principal es demostrar que la motivación tiene efecto en el nivel de desempeño laboral de los docentes.

Está sustentada en dos teorías: Teoría Bifactorial de Herzberg y la Pirámide de Necesidades de Maslow.

Se realizó un test con 18 preguntas a una muestra de 51 docentes de un total de 186, los cuales son de tiempo completo, 30 horas, 20 y horas sueltas, todos con plaza.

De igual manera se analizaron los resultados de la evaluación docente del periodo de ago.-dic. 2017 específicamente en el rubro de motivación y se demostró que la edad está muy ligada al bajo desempeño de los docentes, donde aquellos que tenían entre un rango de edad de 65 a 74 años obtenían una calificación deficiente.

**Palabras clave**— Motivación, Desempeño laboral, Evaluación.

## Introducción

En este documento se abordarán temas de relevancia para el eficiente desempeño de los docentes de una Institución de Educación Superior, donde semestre tras semestre en la institución se realizan de manera periódica evaluaciones del desempeño docente, en las cuales se miden diferentes rubros que van desde: planeación, estrategias, motivación, cuidado del medio ambiente etc.

El Instituto está preocupado por el desempeño del docente, por lo que realiza un análisis de los resultados obtenidos, observando que existe una gran incidencia en el rubro de motivación, y en conjunto con el área de capacitación docente, se dio a la tarea de buscar solución e implementar estrategias para subsanar dicho conflicto.

El propósito de la presente investigación es determinar el efecto de la motivación del trabajador de la educación en su desempeño laboral. Arrojando la siguiente pregunta de investigación ¿es la motivación un factor que afecte el nivel de desempeño laboral en los trabajadores de la educación? Pero ¿qué hace que el trabajador se encuentre desmotivado y que afecte su desempeño laboral? Se definen los dos conceptos principales que son motivación y desempeño laboral, describiéndose también el comportamiento de la variación de la motivación con el objeto de estudio señalado.

El presente trabajo está sustentado por la teoría bifactorial de Frederick Herzberg y la teoría de la Jerarquía de las Necesidades de Maslow. Metodológicamente el estudio aborda desde la perspectiva de tipo cualitativo con un alcance de tipo descriptivo, se realiza una aplicación con un porcentaje de la población total de docentes (189) en un periodo determinado, donde dichos docentes deberán cumplir con ciertos requisitos como son: (a) sean de base, (b) con una antigüedad mayor a 5 años, (c) hombres y mujeres.

Se usarán técnicas de aplicación de encuestas con escala de Likert y se proceden a su análisis con hoja de cálculo de Excel.

## Marco Teórico

Existe una importante variedad de información teórica y práctica acerca de la motivación en las personas. La motivación ha sido objeto de numerosas investigaciones, y desde los más diversos puntos de vista se le ha abarcado, con la finalidad de recabar toda información necesaria para descubrir la incidencia que esta puede tener en determinados patrones de conducta. (Soler, 2010).

Mientras se analiza el concepto de motivación, se debe de tener en cuenta que el nivel de motivación varía tanto, entre los individuos como dentro de los individuos en momentos diferentes.

Robbins define “motivación como los procesos que inciden en la intensidad, dirección y persistencia del esfuerzo que realiza una persona para alcanzar un objetivo “(2013, p. 202).

Por otro lado, se puede concebir a la motivación como aquellos “procesos que dan cuenta de la intensidad, dirección y persistencia del esfuerzo de un individuo para conseguir una meta “ (Ramirez, 2008).

La motivación ocurre como consecuencia de una necesidad que provoca tensión en el organismo, de manera que se realiza un esfuerzo –mediados por una oportunidad de obtener un objetivo o meta- que logra que se comporte de una manera determinada.

Existe coincidencia en definir motivación como “un conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de la conducta” (Montico, 2004).

La motivación, según Valenzuela, González (1999), es el conjunto de estados y procesos internos de la persona que despiertan, dirigen y sostienen una actividad determinada.

La motivación se puede dividir en dos tipos: Extrínseca e Intrínseca:

Motivación extrínseca se define cuando la motivación proviene de fuentes ambientales externas. Se considera que “las causas fundamentales de la conducta se encuentran fuera y no dentro de la persona” (Reeve, 1994) es decir, alude a fuentes artificiales de satisfacción que han sido programadas socialmente, como, por ejemplo, los halagos y el dinero. Se denomina Motivación intrínseca “Cuando la conducta esta autorregulada y surge de los intereses, curiosidades, necesidades y relaciones personales”. (Bedomo, 2006).

Definición de Motivación Operacional: La motivación es el grado de satisfacción que una persona puede obtener por diferentes medios, desde manera interna o externa.

Chiavenato expone que el desempeño es

“Eficacia del personal que trabaja dentro de las organizaciones, la cual es necesaria para la organización, funcionando el individuo con una gran labor y satisfacción laboral”. (2002, p. 358).

En tal sentido, el desempeño de las personas es la combinación de su comportamiento con sus resultados, por lo cual se deberá modificar primero lo que se haga a fin de poder medir y observar la acción. El desempeño define el rendimiento laboral, es decir, la capacidad de una persona para producir, hacer, elaborar, acabar y generar trabajo en menos tiempo, con menor esfuerzo y mejor calidad, estando dirigido a la evaluación la cual dará como resultado su desenvolvimiento.

Benavides (2002), al definir desempeño lo relaciona con competencias, afirmando que en la medida en que el trabajador mejore sus competencias mejorará su desempeño. Para esta autora, las competencias son “comportamientos y destrezas visibles que la persona aporta en un empleo para cumplir con sus responsabilidades de manera eficaz y satisfactoria”. Igualmente, expone que los estudios organizacionales se proyectan alrededor de tres tipos de competencias fundamentales, las cuales implican discriminarse y usarse de conformidad con los objetivos de la organización; estas competencias son: competencias genéricas, competencias laborales y competencias básicas.

## Descripción del Método

### *Características del estudio*

La recolección, organización, registro y análisis de los datos, se lleva a cabo bajo el esquema del método cualitativo. De manera general se analizaron los elementos que constituyen los parámetros de la evaluación docente, se detectaron variables que deberán ser atendidas, para cubrir las áreas de oportunidad de los profesores.

Después de realizarse el análisis de la información obtenida de la evaluación docente del periodo agosto-diciembre 2017. Se determinó trabajar con la parte de motivación del docente, debido a la importancia que esta tiene para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se de manera correcta.

### *Tipo de Muestra*

La población de docentes de plaza tiempo completo, tres cuartos de tiempo, medio y asignatura en el periodo de agosto-diciembre del 2017 fue de 187, por lo que se tomó una muestra de 51 docentes evaluados en ese periodo que cumplieran con ciertas características.

El trabajador de la Institución de Educación Superior debe de cumplir con una serie de requisitos, que son:

- Edad.
- Con Plaza.
- Genero.
- Calificación obtenida en la evaluación docente en un periodo de agosto-diciembre del 2017.

La evaluación docente evalúa ciertos rubros que van desde planificación del curso, motivación, cuidado del medio ambiente, estrategias, comunicación, etc., y semestre con semestre, se observa que un grupo de docentes obtienen calificación deficiente en el rubro de la motivación. Y como consecuencia de ello, si el docente no se encuentra motivado o no está realizando sus actividades docentes de manera satisfactoria, afectando con ello el índice de deserción estudiantil o índice de reprobación.

### *Instrumentos de Recolección*

La recolección de datos se realizó a través del siguiente instrumento: cuestionario.

El cuestionario contiene 13 reactivos en una escala de tipo Likert, en el cual se cuentan con los siguientes ítems miden el aspecto de motivación según la teoría bifactorial de Herzberg.

Los factores de motivación se encuentran vinculados con aspectos más profundos respecto del puesto específico que posee el individuo. La motivación, que brinda su atención es sustentable en el tiempo y a largo plazo, permitiendo la filiación de la persona para con la empresa de magnitud significativa, se considera como: logros, reconocimientos, independencia laboral, responsabilidad, promoción, crecimiento, madurez y consolidación.

1. Cuando hago un buen trabajo, recibo el reconocimiento que debería recibir.
2. Los que hacen bien su trabajo tienen una buena oportunidad de ser promovidos
3. Me gusta hacer las cosas que hago en mi trabajo.
4. A veces siento que mi trabajo no tiene sentido.
5. Mi Jefe es bastante competente en la ejecución de su trabajo.
6. No siento que el trabajo que hago es apreciado.

Entre los ítems que indican el factor de higiene de la teoría de Herzberg, los cuales engloba a todas las condiciones ambientales en el cual se mueve la persona como son sueldos y beneficios, políticas de la empresa y organización, relación laboral, ambiente físico, supervisión, status, seguridad laboral. Apunta a las variables del contexto donde desempeña tareas el trabajador se enlistan a continuación:

1. Siento que me pagan una suma justa por el trabajo que realizo.
2. No estoy satisfecho(a) con los beneficios que recibo.
3. Los aumentos son pocos y muy distanciados entre sí.
4. Los beneficios que recibimos son tan buenos como los que ofrecen la mayoría de las otras Universidades.
5. Las metas de la Institución no me son claras.
6. Realmente hay muy poca oportunidad de promoción en mi trabajo.
7. Muchas de nuestras reglas y procedimientos dificultan el hacer un buen trabajo.
8. Me gustan las personas con las cuales trabajo.
9. La comunicación aparente ser buena en esta institución.
10. Mi jefe no es justo conmigo.
11. Mis esfuerzos para hacer un buen trabajo raramente son bloqueados por la burocracia.
12. Encuentro que tengo que trabajar más duro en mi trabajo de lo que debiera, debido a la incompetencia de las personas con quien trabajo.
13. Me gusta hacer las cosas que hago en mi trabajo.

### *Instrumentos de Análisis*

Para este estudio se obtuvo información de documentos ubicados en la Coordinación de Investigación Educativa del Departamento de Desarrollo académico, de donde se consultaron documentos como la evaluación docente, del periodo comprendido del 1° de agosto al 20 de diciembre de 2017.

En los estudios descriptivos se utilizaron cuestionarios para medir los parámetros de una población determinada, son aplicados de forma aleatoria.

Con la finalidad de conocer el contexto general del tema a investigar se revisó literatura para identificar con ello, conceptos como motivación, desempeño laboral, evaluación.

En los estudios de tipo descriptivos se utilizan cuestionarios para medir rubros o características de una población determinada, los cuestionarios son de forma masiva reciben la connotación de encuestas (Hernandez Sampiere et al, 2010).

Las encuestas consistieron en una serie de preguntas cerradas respecto de una o más variables. Se les aplicó de manera anónima y al azar a los sujetos, los cuales eligieron las respuestas u opción que mejor se les ajustaba a sus necesidades.

De cada una de las técnicas se utilizó un instrumento diferente:

- a) Cuestionario - Encuesta.
- b) Reporte de Resultados de la Evaluación docente del periodo 2017-2.

### **Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

En este trabajo los resultados y análisis de la evaluación docente realizados en el periodo comprendido de agosto – diciembre del 2017, de acuerdo a documentos que se encuentran en los archivos del Departamento de Desarrollo Académico de la Institución de Educación Superior y también se utilizó un cuestionario para los docentes con plaza, para conocer el grado de motivación de los mismos.

Se trabajó en una muestra en la cual están incluidos docentes de todas las carreras y con nombramientos de horas de asignatura, medio tiempo (20 horas),  $\frac{3}{4}$  de tiempo (30 horas) y Tiempo completo (40 horas).

El análisis estadístico involucró el estudio de parámetros y estadísticos de los docentes en las variables de motivación, edad, género, departamento académico, respuestas del cuestionario y evaluación docente.

*Estudio muestral de la motivación docente 2017-2*

En el estudio muestral de los resultados del cuestionario, se trabajó con los datos de las 51 encuestas aplicadas a 18 mujeres, 31 hombres y 2 personas que no especificaron su género. Se detectó que la motivación tiene una distribución de frecuencia aproximadamente normal con media de 68.325% (2.733 del rango de valores posibles de respuesta de la encuesta de 1 a 4) y desviación estándar de 15.175%, así mismo que la edad también tiene un comportamiento normal con media de 48.92 años y una desviación estándar de 10.19 años. El promedio de motivación por género muestra que ligeramente las mujeres se encuentran un poco más motivadas que los hombres, en cambio aquellos que decidieron no especificar su género presentan algo de motivación respecto a quienes sí anotaron su género. Con respecto a las preguntas del cuestionario si percibimos que las preguntas que tuvieron una cuantificación de la motivación abajo del 50% fueron:

- 6. Muchas de nuestras reglas y procedimientos dificultan el hacer un buen trabajo.
- 10. Los aumentos son pocos y muy distanciados entre sí.

Por otra parte, la pregunta que tuvo una menor variación entre los encuestados fue la pregunta 17. “Me gusta hacer las cosas que hago en mi trabajo”.

En la figura siguiente se puede apreciar un resumen gráfico de la estadística relevante muestral del cuestionario.

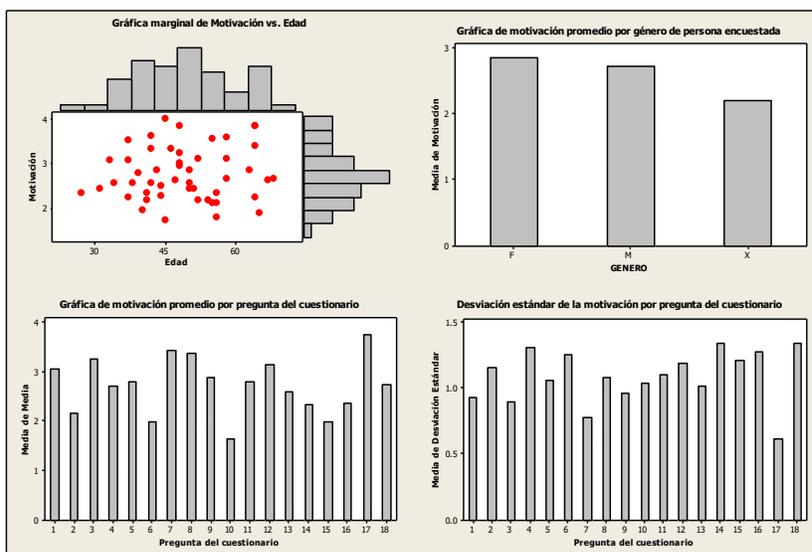


Figura 1.- Resumen gráfico de estadística del cuestionario que incluye una gráfica marginal de Motivación vs. Edad, una gráfica de barras de Motivación vs. Género, otra gráfica de barras de promedio de motivación vs. pregunta y una gráfica de barras de desviación estándar de motivación vs. pregunta del cuestionario.

Estudio poblacional de la motivación docente 2017-2

En el estudio poblacional de los parámetros sobre motivación, se trabajó con los datos de la evaluación docente realizada en los 187 docentes. De la estadística descriptiva se puede apreciar que la Edad se comporta considerablemente bien como una distribución normal con media de 51.71 años y desviación estándar de 10.49 años (asimetría de -0.02 y kurtosis de -0.59); sin embargo, la motivación presenta una media de 81.74 y una desviación estándar de 6.964 (asimetría de -1.87 y kurtosis de 5.04). En otras palabras, la motivación registrada con este instrumento no tiene una distribución de frecuencias normal. Para verificar esta aseveración se realizaron la prueba de hipótesis de normalidad de Anderson-Darling y la prueba del “lápiz grueso” para confirmar que la motivación no tiene un comportamiento normal. Con ello suponíamos que no había una correlación entre la variable edad y la motivación. Posteriormente calculamos el coeficiente de correlación de Pearson de la evaluación con respecto a los otros rubros de la evaluación docente para tratar de estimar al conjunto de predictores que nos pudieran ayudar a comprender el comportamiento de la motivación, los resultados de la correlación se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 1.- Coeficientes de correlación de Person y valor P para la motivación respecto a variables de la evaluación docente.

	MOTIVACION	
	r	P
EDAD	-0.167	0.022
GRUPOS	0.039	0.599
DOMINIO	0.948	0
PLANIFICACION	0.827	0
AMBIENTE	0.907	0
ESTRATEGIAS	0.953	0
EVALUACION	0.961	0
COMUNICACION	0.949	0
GESTION	0.938	0
TICS	0.885	0

A continuación, realizamos un análisis de la varianza para determinar cuáles de las variables podrían explicar el comportamiento de la motivación, después de lo cual encontramos que el 94.7% de la variación total de la motivación se puede explicar por el dominio, la evaluación y la gestión del curso. Finalmente, del resumen gráfico podemos hacer las apreciaciones de que no hay una diferencia significativa entre la motivación promedio por departamento académico, aunque muy ligeramente se puede distinguir que de dichos departamentos el que tiene menor motivación es el departamento de Ciencias Básicas y el que tiene un poco mayor motivación es Posgrado. De la misma manera, en la gráfica de barras de motivación promedio vs. edad, distinguimos que los maestros más jóvenes son quienes presentan una ligera pero mayor motivación; además identificamos un fenómeno de disminución en los docentes de entre 65 y 74 años edad, sin embargo, la motivación se mira aumentada en quienes tienen edades entre los 75 y 79 años. Lo anterior se puede observar en el resumen gráfico de la figura 2.

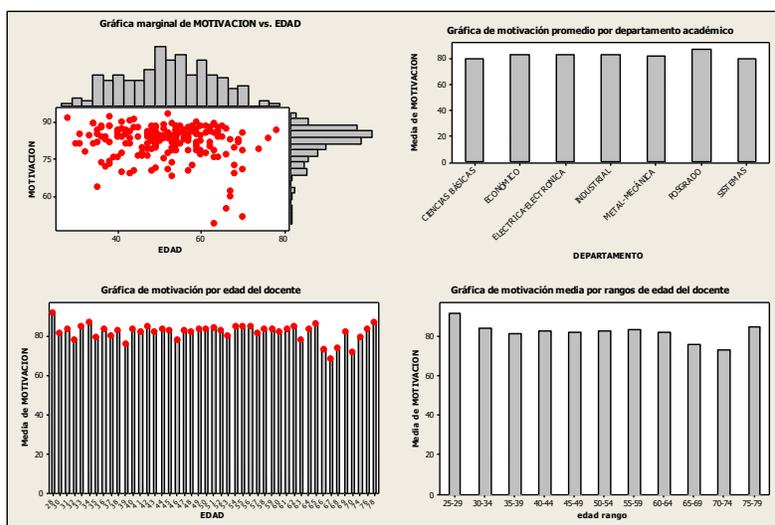


Figura 2.- Resumen gráfico de estadística del cuestionario que incluye una gráfica marginal de Motivación vs. Edad, una gráfica de barras de Motivación vs. Departamento Académico, otra gráfica de barras de motivación vs. edad y una gráfica de barras de motivación promedio vs. rangos de edades de 5 años.

Conclusiones

Los resultados estadísticos demuestran según los propios docentes su motivación promedio es de 62.34%, mientras que según los estudiantes el promedio es de 81.74%, es decir, hay una diferencia marcada entre la percepción personal de la propia motivación respecto de la externa.

Los factores que más afectan la motivación según los maestros parece indicar que son lo dificultoso de las reglas y procedimientos, así como la falta o retardo de aumentos salariales.

Por otro lado, existe una enorme concordancia en la satisfacción de realizar la labor docente.

Se puede decir que la edad, el número de grupos y la pertenencia a un departamento académico en particular no es un factor determinante para la aumentar o disminuir la motivación. Sin embargo, se puede intentar explicar que en el entusiasmo de la juventud es inherente la motivación, asimismo que en las personas de tercera edad su motivación se ve mermada pero que en los docentes de mayor edad la motivación vuelve a manifestarse en aumento quizás por la cercanía a la jubilación.

Se recalca que en un docente el dominio, la evaluación y la gestión del curso son variables que explican fuertemente su relación o impacto directo en la motivación.

Consideramos que esta investigación y sus resultados sobre observación y cuantificación de la motivación docente, son importantes para la identificación de necesidades y toma de decisiones para mejorar tanto la calidad de vida del trabajador como los índices de aprovechamiento académico de los estudiantes de la institución.

### *Recomendaciones*

Se sugiere profundizar en ... psicología, ... encuestas, ... entrevistas, ... buzón de quejas y sugerencias, ... implementar herramientas estadísticas más poderosas para intentar obtener una descripción matemática de la motivación en términos de variables que puedan fácilmente ser controladas.

Que las autoridades tomen acciones que ayuden a mejorar la motivación de los docentes porque en consecuencia mejorará el desempeño de los estudiantes.

### **Referencias**

- Bedomo, V. (2006). *Motivación laboral y compensaciones: una investigación de orientación teórica*. Santiago: universidad de Chile.
- Benavides, O. (2002). *Competencias y Competitividad. Diseño para Organizaciones Latinoamericanas*. Bogotá: McGraw Hill.
- Chiavenato, I. (2002). *Gestión del Talento Humano*. México: Mc Graw Hill.
- Hernandez Sampiere et al. (2010). *Metodología de la Investigación*. 80.
- Montico, S. (2004). *La motivación en el aula universitaria: ¿Una necesidad pedagógica? Ciencia, Docencia y Tecnología*, 105-112.
- Ramirez, R. J. (2008). *La motivación laboral, factor fundamental para el logro de objetivos organizacionales: Caso empresa manufacturera de tubería de acero*. International Journal of Good Conscience, 143-185.
- Reeve, J. (1994). *Motivación y emoción*. España: Mc Graw Hill.
- Robbins, S. (2004). *Comportamiento Organizacional*. México: Pearson.
- Soler, A. C. (2010). *Motivation and teaching performance in Bolivians students from the new Program of Physician Training*. Educación Media Superior.

### **Notas Biográficas**

La **M.E. Julia Graciela Preciado León**. Es profesor del Instituto Tecnológico de Hermosillo, en Hermosillo, Sonora, México adscrita al departamento de Ciencias Básicas y Jefa del Departamento de Desarrollo Académico. Termino sus estudios de postgrado en Educación con acentuación en docencia, en la Universidad Kino, en Hermosillo, Son. México. Ha publicado artículos en la revista COPEI y en la Revista ESPACIO.

El **M.C. Gerardo Ochoa Salcido**. Es profesor del Instituto Tecnológico de Hermosillo, en Hermosillo, Sonora, México adscrito al departamento de Ing. Industrial. Su maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Hermosillo ha publicado dos artículos en la revista ESPACIO.

El **Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre**, es profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Hermosillo. El Dr. tiene una maestría y doctorado en Ciencias de la Física en la Universidad de Sonora en Hermosillo, Sonora, México Ha publica dos artículos uno en la revista Chemical Physics Letters y Radiation measurements.

# APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE CONTROL ÓPTIMO AL PROCESO DE CRISTALIZACIÓN DE SULFATO DE AMONIO

Pedro Alberto Quintana Hernández Dr.<sup>1</sup>, MC Juan Luis Valero Hernández<sup>2</sup>, Dra. Cristina Coronado Velasco<sup>3</sup>, Dra. Ma. del Carmen Cornejo Serrano<sup>4</sup> y MC Eloísa Bernardett Villalobos Oliver<sup>5</sup>

**Resumen**— En este trabajo se desarrolla un algoritmo multivariable para la optimización del proceso continuo no isotérmico de cristalización de sulfato de amonio empleando la teoría de control óptimo. El algoritmo se formula con una función objetivo que adiciona de manera ponderada los efectos de temperatura en el cristalizador, el tamaño medio de los cristales en la solución, la velocidad de agitación y el flujo de refrigerante; además, incluye las restricciones físicas del equipo con el que se obtuvieron las cinéticas del modelo de cristalización. Para resolver el algoritmo se aplicaron la técnica de cálculo de variaciones con la estrategia del descenso pronunciado. Los resultados generados permitieron obtener trayectorias de control óptimo con mínimos aparentemente globales y definir los intervalos de operación del cristalizador para las variables manipuladas velocidad de agitación y flujo de refrigerante que conducen a soluciones factibles.

**Palabras clave**—cristalización, modelado, multivariable, simulación

## Introducción

Para poder establecer mejoras operativas de un proceso es necesario conocerlo, identificar cada una de las variables que intervienen; así como el efecto que tiene cada una de ellas en los resultados globales, esto con el fin de establecer una estrategia de optimización que ayude a predecir bajo qué combinaciones en los cambios de esas variables será posible aumentar la productividad sin perjudicar la rentabilidad del proceso. Cuando se establecen los valores de las variables que logran la optimización de y se establece la manera en que deben de manipularse los parámetros (flujos, velocidades, potencias, niveles, entre otros) para provocar que tales variables alcancen su estado ideal, se habla de un proceso que experimenta un control óptimo. Naidu (2003) explica que el objetivo principal del control óptimo es determinar las señales de control que causarán que en un proceso se satisfagan algunas restricciones físicas y al mismo tiempo llevar al extremo (mínimo o máximo) un criterio de rendimiento elegido. La formulación de un problema de control óptimo requiere de una descripción matemática (o modelo) del proceso a ser controlado, una especificación del índice de rendimiento y la definición de condiciones límite y restricciones físicas a controlar.

Mesbah et. al. (2010) realizaron un estudio de control óptimo del proceso de cristalización por lotes utilizando la aproximación de control basada en el modelo, en función de la velocidad de crecimiento. Para ello, llevaron a cabo pruebas tanto en un cristalizador evaporativo semi-industrial batch con sembrado para sulfato de amonio, así como un cristalizador evaporativo industrial con sembrado y recirculación forzada para lactitol monohidratado. Nagy y Braatz (2012) recopilaron algunos de los avances más importantes en el control de cristalización a partir de soluciones (principalmente enfocado al ramo farmacéutico). Ellos hacen énfasis en la medición de parámetros y características de los cristales y en el control del proceso por medio de técnicas basadas en el modelo y técnicas libres del modelo, y menciona áreas de oportunidad dentro de esta línea de investigación. Majumder y Nagy (2013) realizaron un estudio de remoción de finos in situ en un cristalizador continuo de tipo flujo tapón, dividiendo el equipo en varios segmentos, cada uno con un control separado de temperatura. De esta forma determinaron, por control óptimo, un perfil de temperatura idóneo para el sistema  $KAl(SO_4)_2$ -Agua al alternar elementos de enfriamiento y calentamiento. Amini et. al. (2016) desarrollaron un algoritmo genético para definir el perfil de temperatura óptimo a utilizar en un cristalizador batch por enfriamiento para el sistema nitrato de potasio-agua; su algoritmo incluía distintos tipos de funciones objetivos (tamaño promedio máximo, cercanía al valor

<sup>1</sup>Pedro Alberto Quintana Hernández Dr. es profesor investigador del Departamento de Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [pedro@iqcelaya.itc.mx](mailto:pedro@iqcelaya.itc.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>El M.C. Juan Luis Valero Hernández es estudiante del posgrado en Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [juanluisvaleroh@gmail.com](mailto:juanluisvaleroh@gmail.com)

<sup>3</sup>La Dra. Cristina Coronado Velasco es profesora investigadora del Departamento de Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [cristina@iqcelaya.itc.mx](mailto:cristina@iqcelaya.itc.mx)

<sup>4</sup>La Dra. Ma. del Carmen Cornejo Serrano es profesora del Departamento de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [carmencornejoserrano@gmail.com](mailto:carmencornejoserrano@gmail.com)

<sup>5</sup>La M. C. Eloísa Bernardett Villalobos-Oliver es profesora del Departamento de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [eloisa.villalobos@itcelaya.edu.mx](mailto:eloisa.villalobos@itcelaya.edu.mx)

especificado, coeficiente de variación mínimo) relacionadas a la calidad del producto al final del tiempo de operación. Jha et. al. (2017) realizan el estudio del modelado y control de cristalizadores tipo batch, tomando la minimización de la variación del tamaño de cristal como función objetivo y manipularon la temperatura de entrada de refrigerante a la chaqueta. Además, compararon el desempeño de tres tipos de controladores; PID, GMC (Generic Model Control) y MPC (Model Predictive Control).

En el presente trabajo se desarrolla un algoritmo de control óptimo multivariable para el proceso de cristalización de sulfato de amonio, enfocándose en la manipulación del flujo de refrigerante y velocidad de agitación para alcanzar valores deseados de la distribución de tamaño de cristal y temperatura de operación del cristalizador.

### Descripción del Método

Se desarrolló un algoritmo en Matlab para llevar a cabo la optimización del proceso de cristalización no isotérmica de sulfato de amonio. El algoritmo incluye un módulo para la simulación del proceso de cristalización y otro módulo para la optimización. El módulo de simulación funciona con el modelo y condiciones de operación descrito por Quintana-Hernández et al. (2018). Para el desarrollo del módulo de optimización, primero, se desarrolló un modelo matemático que de manera general se representa como:

$$\dot{x}(t) = a(x(t), u(t), t); \quad x(t_0) \text{ dado}, \quad t_0 \leq t \leq t_f \quad (1)$$

donde  $x(t)$  es un vector que contiene las variables del sistema, representadas por los primeros seis momentos de distribución, la concentración en el cristalizador, la temperatura en el cristalizador y la temperatura de la chaqueta del cristalizador,  $\dot{x}(t)$  representa el sistema de ecuaciones diferenciales para cada variable y  $u(t)$  representa las señales de control del proceso, velocidad de agitación y flujo de refrigerante. En segundo lugar, para la búsqueda de las trayectorias de control se propuso una ecuación para el índice de rendimiento en la cual se considera la importancia para alcanzar dos objetivos de control: tamaño medio de cristales y temperatura de operación del cristalizador; a la vez que se utilice la menor cantidad de refrigerante y que se apliquen velocidades bajas de agitación en un intervalo de simulación desde  $t_0 = 0$  hasta  $t_f = 100$  minutos.

$$J = \int_{t_0}^{t_f} [f_1(x(t_f), t_f) + f_2(x(t), u(t), t)] dt \quad (2)$$

El cuadro 1 muestra los términos a usar para estimar la desviación de cada una de las variables de interés dentro del índice de rendimiento.

Variable	Acción	Representación
Tamaño	Acercamiento del tamaño medio de los cristales al especificado al tiempo final.	$\frac{m_f \mu_3(t) - \mu_4(t)}{\mu_3(t)[m_f - m_i]}$
Temperatura	Acercamiento de la temperatura a la especificada al tiempo final.	$\frac{T_f - T(t)}{T_f - T_i}$
Agitación	Desviación de la velocidad de agitación aplicada durante el intervalo respecto a la mínima posible.	$1 - \frac{N_{rmin}}{N_r(t)}$
Refrigerante	Desviación del flujo de refrigerante utilizado durante el intervalo respecto al mínimo posible.	$1 - \frac{F_{wmin}}{F_w(t)}$

Cuadro 1. Términos del índice de rendimiento por variable de interés.

Además de normalizar cada uno de los términos del índice de rendimiento, se introducen factores de ponderación para cada término, de manera que la ecuación 2 puede escribirse como:

$$J = \int_{t_0}^{t_f} \left\{ P_1 \left[ \frac{m_f \mu_3(t) - \mu_4(t)}{\mu_3(t)(m_f - m_i)} \right]^2 + P_2 \left[ \frac{T_f - T(t)}{T_f - T_i} \right]^2 + P_3 \left| 1 - \frac{N_{rmin}}{N_r(t)} \right| + P_4 \left| 1 - \frac{F_{wmin}}{F_w(t)} \right| \right\} dt \quad (3)$$

donde  $P_i$  es un elemento de un vector que se encarga de ponderar cada término dentro de la función de rendimiento y se define por el usuario acorde a los requerimientos y necesidades dentro de la optimización. Por último, para

satisfacer el tercer requisito para la formulación del problema de optimización, se establecieron los valores para las variables a optimizar (tamaño medio de partícula de 210 micras y temperatura de operación del cristalizador de 23 °C); además, el flujo mínimo (100 cm<sup>3</sup>/min) y máximo (1000 cm<sup>3</sup>/min) del refrigerante que entra a la chaqueta del cristalizador, así como la velocidad mínima (100 rpm) y máxima (1000 rpm) a la cual es posible operar el agitador. Para resolver el algoritmo, se empleó el método de cálculo de variaciones con la estrategia del descenso pronunciado (*steepest descent*). Acorde a este método, se utilizan funciones multiplicadoras auxiliares para lograr la minimización de la función objetivo, sujeta al comportamiento de las ecuaciones diferenciales bajo el conjunto de condiciones iniciales (conocidas y/o proporcionadas por el usuario) y un historial de control propuesto, de manera que la ecuación para el cálculo del índice de rendimiento se estructura de la siguiente manera:

$$\bar{J} = h(x(t_f), t_f) + \int_{t_0}^{t_f} [g(x(t), u(t), t) + \lambda^T(t)\{a(x(t), u(t), t) - \dot{x}(t)\}] dt \quad (4)$$

donde  $\lambda = [\lambda_{\mu_0}, \lambda_{\mu_1}, \lambda_{\mu_2}, \lambda_{\mu_3}, \lambda_{\mu_4}, \lambda_{\mu_5}, \lambda_C, \lambda_T, \lambda_{T_c}]$  representa las funciones multiplicadoras. La ecuación (5) representa la función escalar Hamiltoniana necesaria para evaluar la optimalidad del proceso:

$$\mathcal{H}(x, u, t) = P_1 \left[ \frac{m_f \mu_3 - \mu_4}{\mu_3 (m_f - m_i)} \right]^2 + P_2 \left[ \frac{T_f - T}{T_f - T_i} \right]^2 + P_3 \left[ 1 - \frac{N_{r \min}}{N_r} \right] + P_4 \left[ 1 - \frac{F_{w \min}}{F_w} \right] + \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot a_i \quad (5)$$

El comportamiento de las funciones multiplicadoras durante el intervalo, viene dado por la Ecuación (6), y su valor de frontera al tiempo final por la Ecuación (7):

$$\dot{\lambda}^T = -\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial x} = -\frac{\partial g}{\partial x} - \lambda^T \frac{\partial a}{\partial x} \quad (6)$$

$$\lambda^T(t_f) = \frac{\partial h}{\partial x(t_f)} \quad (7)$$

Cuando se llega a un extremo (ya sea mínimo o máximo, local o global), se debería cumplir la condición:

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial u} = \frac{\partial g}{\partial u} + \lambda^T \frac{\partial a}{\partial u} = 0 \quad , t_0 \leq t \leq t_f \quad (8)$$

Dependiendo de la desviación que presente la variación de la función Hamiltoniana respecto al cambio de las variables de control, de las funciones multiplicadoras y las variables de estado previamente determinadas, se realiza el ajuste del historial de control propuesto, por medio de la Ecuación (9), con el fin de disminuir el índice de rendimiento y acercarse a la solución óptima del problema.

$$u^{(i+1)}(t_k) = u^{(i)}(t_k) - \tau \frac{\partial \mathcal{H}^{(i)}}{\partial u}(t_k), \quad k = 0, 1, \dots, N - 1 \quad (9)$$

Para el cálculo de las variables de control se usó un tamaño de paso en la integración de  $1.75 \times 10^{-5}$ . El método de solución numérica implica un proceso iterativo que se repite hasta lograr satisfacer algún criterio de paro, que puede estar en función de la variación del Hamiltoniano y su cercanía a la nulidad, o bien respecto al cambio (disminución) que tiene el valor del índice de rendimiento.

## Resultados

Usando la función “lsqnonlin” y SIMULINK en MATLAB, se generaron los perfiles que minimizan la función objetivo del índice de rendimiento considerando diferentes valores de aportación de cada término. El Cuadro 2 muestra los valores de las ponderaciones y el porcentaje de aportación; y la figura 1 muestra los perfiles que minimizan el índice de rendimiento para cada una de las pruebas llevadas a cabo con diferentes valores de ponderación de la función objetivo.

Prueba	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>4</sub>	
1	0	0%	0	0%	1	50%	1	50%
2	1	25%	1	25%	1	25%	1	25%
3	1	33%	1	33%	0.5	16.67%	0.5	16.67%
4	1	40%	1	40%	0.25	10%	0.25	10%
5	1	50%	1	50%	0	0%	0	0%

Cuadro 2. Valores de ponderación de los términos de la función objetivo para pruebas.

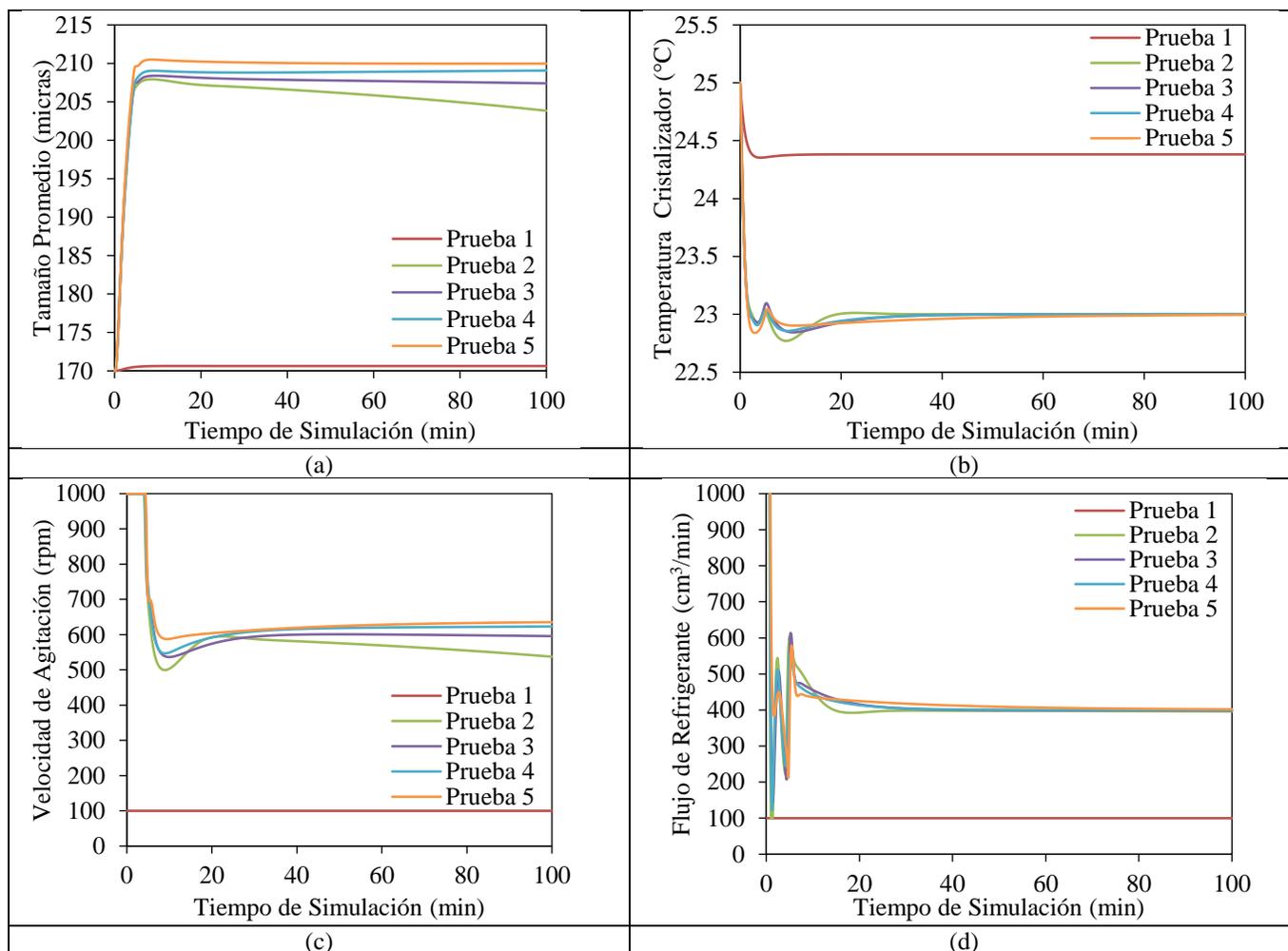


Figura 1. Perfiles óptimos para cada término del índice de rendimiento con diferentes valores de ponderación.

Como es de esperarse, al desprestigiar los términos de rastreo (Prueba 1) se opera a condiciones mínimas de agitación y refrigerante, presentando el peor desempeño respecto a alcanzar los valores estipulados para el tamaño medio y la temperatura. Si bien, para cuatro de las cinco pruebas se logra satisfacer los requerimientos de temperatura (Figura 1b), la verdadera diferencia entre las ponderaciones se hace presente en los tamaños medios que se alcanzan (Figura 1a). Se observa que su acercamiento es directamente proporcional a la ponderación que tienen los términos de rastreo sobre los términos de esfuerzo de control. Al comparar el esfuerzo de control en las figuras 1c y 1d se observa que no existen diferencias cualitativamente significativas entre las pruebas 2, 3, 4 y 5 respecto al escenario ideal de control (velocidad de agitación mínima de 100 rpm y flujo de refrigerante mínimo de 100  $\text{cm}^3/\text{min}$ ).

En la Figura 2a se muestra la forma en que el índice de rendimiento disminuye a través de las iteraciones realizadas por la rutina de optimización. Se observa una disminución significativa, desde una magnitud de 59.701 hasta estabilizarse después de la iteración número 10 en un valor cercano a 2, llegando a un valor óptimo de 1.8431 después de 467 iteraciones. La Figura 2b muestra los valores del diferencial del Hamiltoniano respecto a las variables de control para todo el tiempo de simulación. Al comparar los valores estimados contra los valores de las condiciones iniciales de operación, se observa que efectivamente se logra disminuir su magnitud hasta valores cercanos a cero.

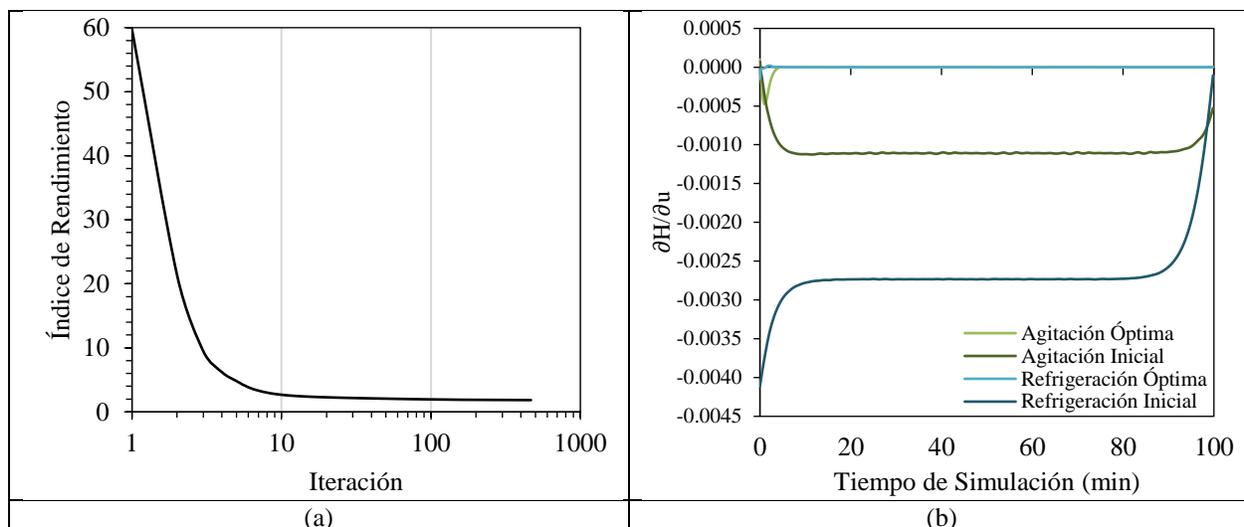


Figura 2. Valores del índice de rendimiento en función del número de iteraciones y derivada del Hamiltoniano en función del tiempo de simulación.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

Utilizando un tamaño de paso fijo en el método del paso descendente y partiendo de perfiles constantes para las variables de control de velocidad de agitación y flujo de refrigerante, fue posible construir trayectorias óptimas para cada una de las señales de control, alcanzando un índice de rendimiento con valores cercanos al 3% del inicial y valores de la derivada del Hamiltoniano cercanas a cero.

#### Recomendaciones

Desarrollar algún algoritmo o ecuación general para la selección de un tamaño de paso adecuado para el método del paso descendente. Se especula que podría acelerar el proceso de cálculo y reducir el riesgo de encontrar un conjunto de valores donde no pueda llevarse a cabo la optimización debido a la poca flexibilidad de tener la selección de un valor constante. Además, evaluar el comportamiento de la rutina de optimización para casos con valores iniciales extremos y diversos para las variables de estado, observando su flexibilidad y posibles ajustes que se pudieran efectuar para que sea lo más versátil posible.

### Nomenclatura

$a$	funcionalidad de variables del sistema de cristalización
$C$	concentración de sulfato de amonio, $\text{g cm}^{-3}$
$f_1$	funcionalidad de variables objetivo de control
$f_2$	funcionalidad e variables manipuladas
$F_w$	flujo volumétrico del agua refrigerante, $\text{cm}^3 \text{min}^{-1}$
$m$	tamaño medio de cristales, $\mu\text{m}$
$N_r$	velocidad de agitación, rpm
$P$	valores de ponderación
$t$	tiempo de simulación, min
$T$	temperatura de la solución, $^{\circ}\text{C}$
$T_c$	temperatura de la chaqueta, $^{\circ}\text{C}$
$u$	variables de control
$x$	variables del sistema

### Subíndices

$i$	inicial
-----	---------

$f$	final
$max$	máximo
$min$	MÍNIMO

### Símbolos

$\mathcal{H}$	Hamiltoniano
$J$	Índice de rendimiento
$\lambda$	funciones multiplicadores de Lagrange auxiliares
$\mu$	momento de distribución
$\tau$	tamaño de paso para actualización de variables de control

### Referencias

- Amini, Y., M. Gerdroodbary, M. Pishvaie, R. Moradi y S. Monfared. "Optimal control of batch cooling crystallizers by using genetic algorithm," *Case Studies in Thermal Engineering*, pp. 300-310, 2016.
- Jha, S., S. Karthika y T. Radhakrishnan. "Modelling and control of crystallization process," *Resource-Efficient Technologies*, pp. 94-100, 2017.
- Majumder, A. y Z. Nagy. "Fines Removal in a Continuous Plug Flow Crystallizer by Optimal Spatial Temperature Profiles with Controlled Dissolution," *AIChE Journal*, pp. 4582-4594, 2013.
- Mesbah, A., J. Landlust, C. Vesteeq, A. Huesman, H. Kramer, J. Ludlag y P. Van den Hof. "Model-based Optimal Control of Industrial Batch Crystallizers," *20th European Symposium on Computer Aided Process Engineering*, pp. 1563-1568, 2010.
- Nagy, Z. y R. Braatz. "Advances and New Directions in Crystallization Control," *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, pp. 55-75, 2012.
- Naidu, D. *Optimal Control Systems*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003.
- Quintana-Hernández, P. A., J. L. Valero-Hernández, C. Coronado-Velasco, M. C. Cornejo-Serrano, E. B. Villalobos-Oliver. "Análisis de la influencia del tamaño y porcentaje de las semillas usadas en el proceso de cristalización no isotérmica de sulfato de amonio," *Visum Mundi*, Vol. 2, No. 2, pp. 32-39, 2018.

### Notas Biográficas

El **Dr. Pedro Alberto Quintana Hernández** es ingeniero químico egresado del IT de la Laguna, con posgrados de la Universidad de Texas en Austin, EEUU y es coautor de tres libros.

El **MC Juan Luis Valero Hernández** es ingeniero químico egresado del IT de la Laguna y con posgrado en el IT de Celaya.

La **Dra. Cristina Coronado Velasco** es ingeniera química egresada del IT de Celaya, con posgrados del ITESM y el Instituto Químico de Sarriá en Barcelona, España. Actualmente es jefa del Departamento de Ingeniería Química del IT de Celaya.

La **Dra. Ma. del Carmen Cornejo Serrano** es ingeniera química egresada de licenciatura y maestría del IT de Celaya y doctorado de la Universidad de Celaya, es coautora de tres libros.

La **MC Eloísa Bernardett Villalobos Oliver** es ingeniera química egresada de licenciatura y maestría del IT de Celaya y es coautora de tres libros.

# EMPLEO DEL MÉTODO POLITÉRMICO EN LA MEDICIÓN DE LA ZONA METAESTABLE DE SOLUCIONES DE ÁCIDO ACETILSALICÍLICO EN ETANOL

Pedro Alberto Quintana Hernández Dr.<sup>1</sup>, Ing. Xóchitl Montserrat Medina-Galván<sup>2</sup>, Dra. Cristina Coronado Velasco<sup>3</sup>  
e Ing. Arturo Alejandro Muñoz-Ovalle<sup>4</sup>

**Resumen**—En este trabajo se determina el ancho de la zona metaestable de soluciones de ácido acetilsalicílico en etanol en el intervalo de temperatura de 288.15 a 313.15 K, velocidades de enfriamiento entre 10 y 25 K/h y velocidades de agitación entre 230 y 400 rpm. Se emplea el método politérmico convencional y difracción de rayos láser para la detección de los primeros núcleos. Se prepararon soluciones saturadas a diferentes temperaturas, éstas fueron sobrecalentadas 10 K y luego enfriadas a una velocidad constante hasta que el equipo Masterziser registrara la presencia de cristales de al menos 0.1 micras de diámetro. Todos los experimentos fueron realizados por triplicado. Los resultados experimentales mostraron que el ancho de la zona metaestable aumenta cuando aumenta la concentración de las soluciones; y disminuye cuando aumenta la velocidad de enfriamiento o cuando aumenta la velocidad de agitación. Se determinaron los parámetros del modelo propuesto por Sangwal por medio de un ajuste de datos. Los valores promedio con sus desviaciones estándar son:  $\beta = -0.1415 \pm 0.0553$  y  $w = -3.1920 \pm 0.5140$ . El valor promedio del coeficiente de determinación es 0.9529.

**Palabras clave**—cristalización, método politérmico, nucleación, zona metaestable

## Introducción

El ácido acetilsalicílico (AAS) ha sido reconocido por su gran importancia médica como antiinflamatorio, analgésico, antipirético y antiagregante plaquetario. El nombre comercial del AAS es Aspirina y fue introducido por laboratorios Bayer para el fármaco que salió al mercado por primera vez en 1899. El proceso de producción del AAS consiste en tratar ácido salicílico con anhídrido acético en presencia de ácido sulfúrico, que actúa como catalizador. La reacción en fase líquida dura alrededor de tres horas y alcanza el 90 % de rendimiento. Los productos de la reacción son transportados a un cristalizador donde se enfría la solución de manera programada hasta alcanzar la pureza y la distribución del tamaño de cristal (DTC) deseada. Para optimizar la etapa de cristalización se requiere del conocimiento del ancho de la zona metaestable (AZM); de manera que se pueda promover la nucleación y generar un número óptimo de núcleos que puedan luego crecer hasta alcanzar el tamaño especificado.

La zona metaestable está delimitada por dos límites; el correspondiente a la temperatura de saturación y el otro por determinado por la temperatura a la cual aparece el primer cristal cuando se enfría la solución. El AZM es una función compleja que depende de las velocidades de enfriamiento, nucleación y crecimiento; así como de las condiciones de agitación, presencia de impurezas y de las técnicas de detección (Sangwal, 2011; Jiaoyu, et al. 2012). Hasta ahora, no se cuenta con modelos matemáticos generales que permitan el cálculo del AZM; y esto hace que para la mayoría de los sistemas a cristalizar se tenga que llevar a cabo su evaluación experimental. Algunos investigadores han determinado el AZM de algunos compuestos en diferentes solventes usando el método politérmico (Quintana-Hernández et al. (2016); Kadam, et al., 2011; Sangwal, 2009).

En este trabajo se determina el AZM del AAS en etanol en el intervalo de 288.15 a 313.15 K, empleando velocidades de enfriamiento entre 10 y 25 K/h y velocidades de agitación entre 230 y 400 rpm.

## Descripción del Método

Para llevar a cabo los experimentos se usó ácido acetilsalicílico (CAS No. 50-78-2) al 99% w/w, Golden Bell y etanol anhidro (CAS No. 64-17-5) al 99.5% w/w, Golden Bell. Las pruebas se llevaron a cabo en un cristalizador cilíndrico de acero inoxidable, marca Pignat (PilotUnit # 9312122, Pignat, Francia), de 3 litros de

<sup>1</sup>Pedro Alberto Quintana Hernández Dr. es profesor investigador del Departamento de Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [pedro@iqcelaya.itc.mx](mailto:pedro@iqcelaya.itc.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>La Ing. Xóchitl Montserrat Medina-Galván es estudiante del posgrado en Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [Medina\\_Galvan\\_Monse@hotmail.com](mailto:Medina_Galvan_Monse@hotmail.com)

<sup>3</sup>La Dra. Cristina Coronado Velasco es profesora investigadora del Departamento de Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [cristina@iqcelaya.itc.mx](mailto:cristina@iqcelaya.itc.mx)

<sup>4</sup>El Ing. Arturo Alejandro Muñoz-Ovalle es estudiante del posgrado en Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya, México [arturo.muniz@iqcelaya.itc.mx](mailto:arturo.muniz@iqcelaya.itc.mx)

capacidad y provisto con una chaqueta para el intercambio de calor que está acoplada a un baño térmico LAUDA RP1800 (Lauda-Königshofen, Alemania). Para el control de la velocidad de agitación se empleó un equipo de agitación marca Janke & Kunel modelo RW20DZM con un impulsor tipo marina con tres aspas. Para el transporte de la mezcla desde el cristalizador a los equipos de medición se utilizó una bomba peristáltica (Easy-Load MasterflexModel 77201-62). La distribución del tamaño de partícula se midió con un equipo Mastersizer S (Malvern Instruments Ltd., Inglaterra). La densidad de la solución se midió con un densitómetro mPDS2000 (AntonPaarGmbH, Austria). Las temperaturas en el cristalizador y el medio ambiente, así como el control de la velocidad de agitación se llevaron a cabo por medio de un sistema de adquisición y transmisión de datos cDAQ 9401 (National Instruments, Estados Unidos). La figura 1 muestra el diagrama de los equipos empleados en la determinación del AZM.

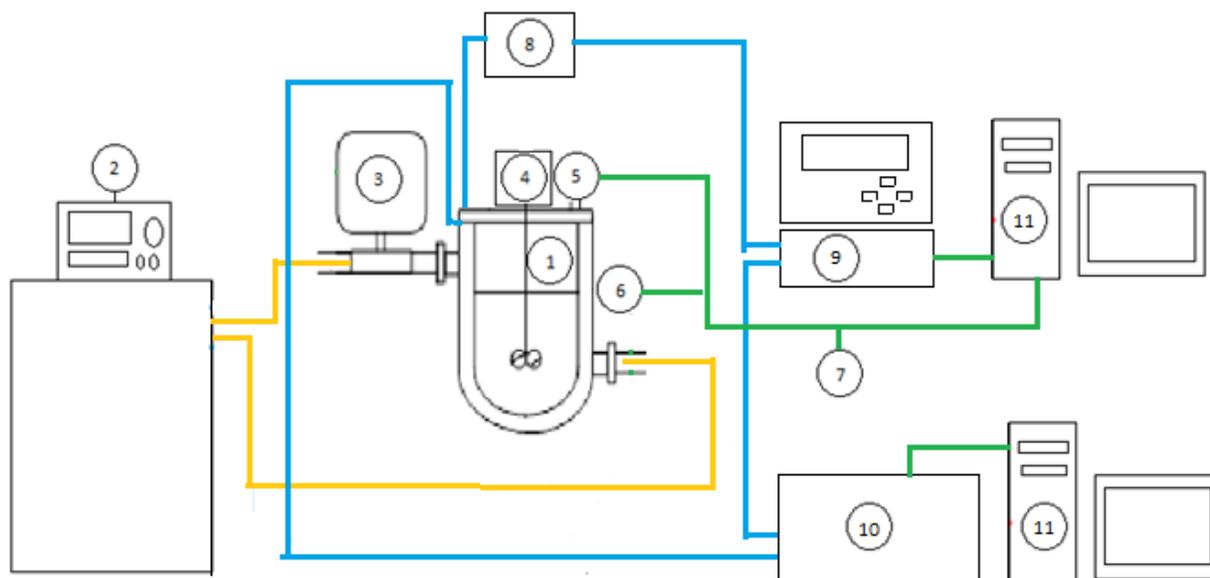


Figura 1. Diagrama del equipo utilizado en la experimentación; 1) Cristalizador, 2) Baño térmico, 3) Electro válvula para el control del flujo de refrigerante, 4) Agitador, 5,6 y 7) Termopares, 8) Bomba peristáltica, 9) Densitómetro, 10) Mastersizer y 11) Equipos de cómputo.

Se prepararon soluciones saturadas entre 288.15 y 313.15K disolviendo las cantidades correspondientes de ácido acetilsalicílico en 1.5 litros de etanol según la curva de solubilidad obtenida experimentalmente. En el cuadro 1 se muestran las concentraciones de saturación de AAS expresadas como fracciones molares ( $x$ ) y en peso ( $w$ ) a diferentes temperaturas. Las soluciones preparadas fueron calentadas 10 K arriba de su temperatura de saturación correspondiente durante 30 minutos para garantizar una completa disolución de cristales. Luego fueron enfriadas a diferentes velocidades (entre 10 y 25 K/h). Se emplearon tres velocidades de agitación 230, 300 y 400 rpm. Todas las pruebas se llevaron a cabo por triplicado, los valores mostrados en las figuras corresponden a los valores promedio. La temperatura del límite de la zona metaestable fue establecida cuando el primer núcleo visible fue detectado por el Mastersizer (tamaño de 1 micra).

Temperatura, K	Fracción molar, $x$	Fracción masa, $w$
288.15	0.0415	0.1695
293.15	0.0506	0.2085
298.15	0.0611	0.2546
303.15	0.0732	0.3088
308.15	0.0869	0.3723

<b>313.15</b>	0.1025	0.4464
<b>318.15</b>	0.1199	0.5327
<b>323.15</b>	0.1393	0.6331

Cuadro1. Concentración molar y másica de AAS en etanol a diferentes temperaturas de saturación.

### Resultados

En la figura 2 se muestran los resultados experimentales para las pruebas a velocidad de agitación constante de 400 rpm. Se incluye la curva de saturación como límite inferior de la zona metaestable. El AZM aumenta al disminuir la velocidad de enfriamiento esto es debido a que la sobresaturación crece lentamente y el número de choques efectivos entre moléculas para formar los primeros cristales es pequeño. A velocidades de enfriamiento mayores, la sobresaturación crece más rápidamente y aumenta el número de choques efectivos. Por otra parte, la concentración de saturación de la solución también tiene un efecto visible sobre el ancho de la zona metaestable. Cuando la concentración aumenta el AZM también crece. Este comportamiento no es muy común en sistemas de cristalización por enfriamiento, pero ha sido reportado para la cristalización de la lovastatina por Zhang et al. (2015). Ellos atribuyen este comportamiento a las interacciones que ocurren entre soluto-solvente, las cuales son mas fuertes con algunos solventes, que con otros, ya que una interacción no favorable con el solvente puede aumentar la tensión superficial con lo que se reduce la tasa de crecimiento de cristales. Por otra parte, Lahavand y Leiserowitz (2001) señalan que la desorción de una molécula de disolvente absorbida causa una barrera de energía adicional en la cristalización, lo que hace que disminuya la tasa de formación y crecimiento de los cristales.

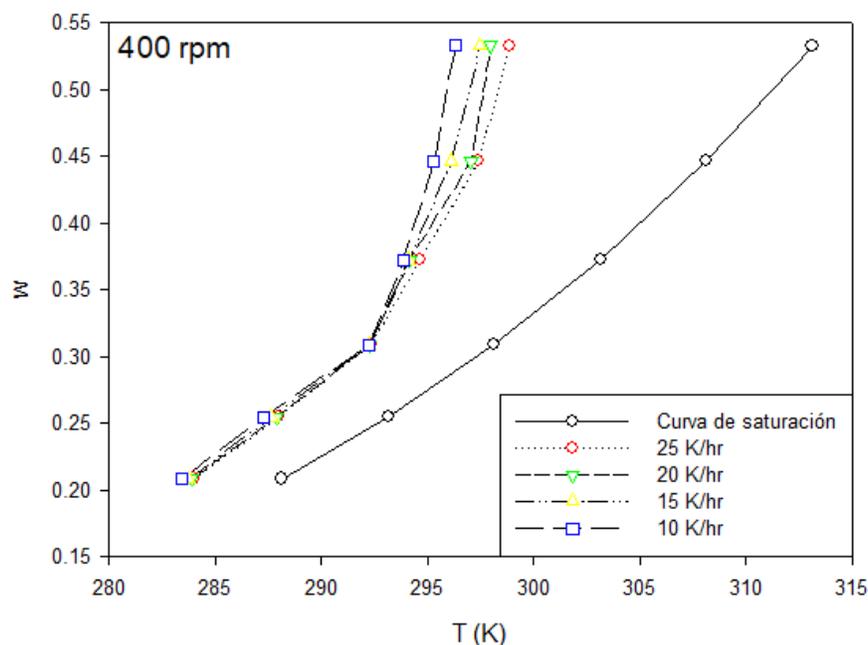


Figura 2. Línea de saturación y datos experimentales representando el límite del ancho de la zona metaestable a una velocidad de agitación constante (400 rpm) variando la velocidad de enfriamiento.

En la figura 3 se muestran los resultados experimentales para la razón  $u = \Delta T_{max} / T_o$  como función de la temperatura a diferentes velocidades de enfriamiento y a diferentes velocidades de agitación. En estas figuras se observa que hay un efecto de interacción entre la temperatura de saturación y la velocidad de enfriamiento. En AZM es mucho mayor para soluciones cuya temperatura de saturación es superior a 298.15 K.

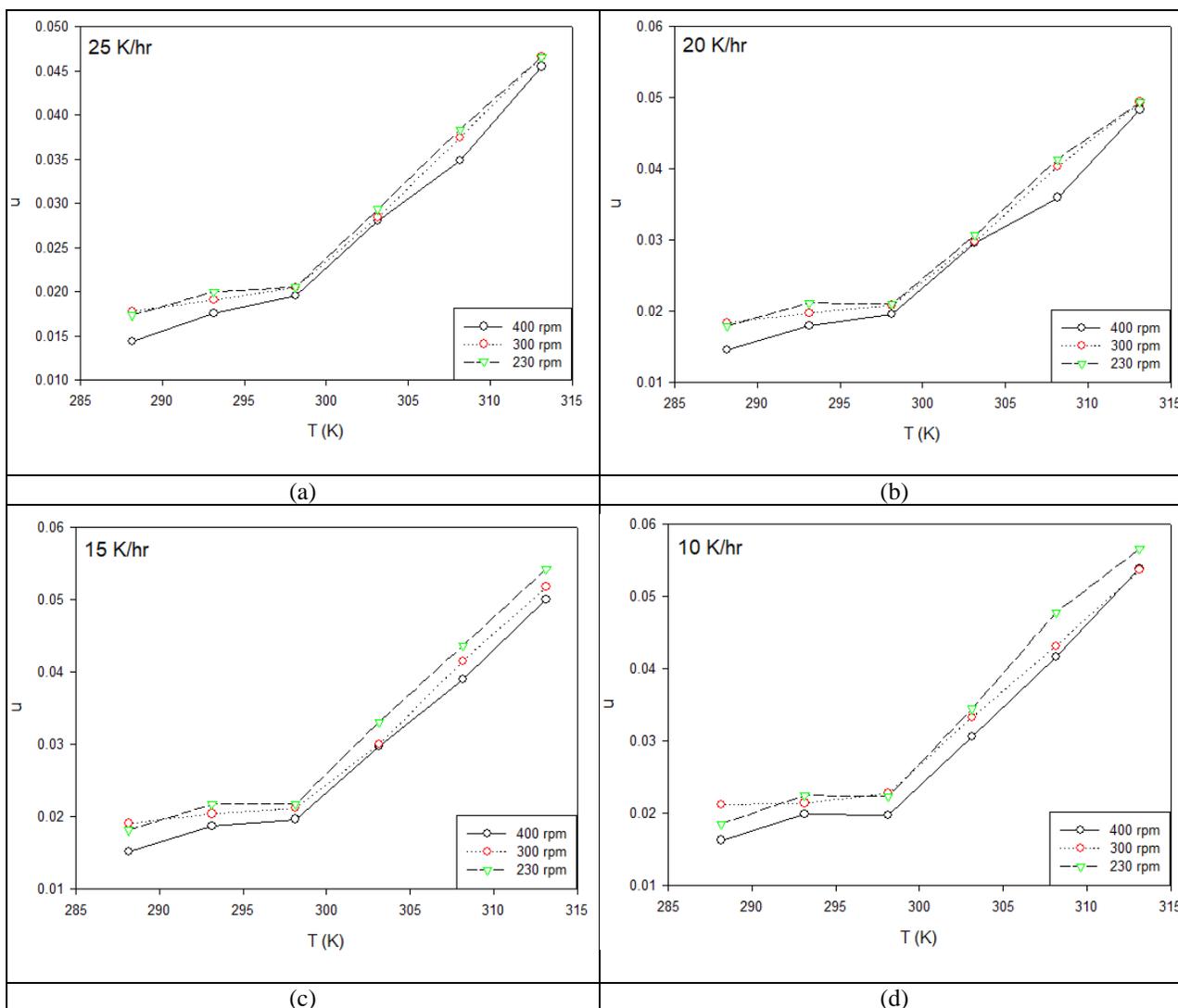


Figura 3. Perfiles de  $u$  contra  $T$  a diferentes velocidades de enfriamiento y agitación.

En figura 4 se muestra los resultados experimentales para la razón  $u$  versus la temperatura a diferentes velocidades de agitación a cada una de las respectivas velocidades de enfriamiento. En esta figura se observa el mismo comportamiento que en la figura 3 con respecto a las temperaturas de saturación mayores de 298.15 K; pero es más claro que el efecto de la velocidad e enfriamiento es mayor que el efecto de la velocidad de agitación.

Por otra parte, Nyvlt et al. (1985) propusieron la ecuación (1) para evaluar el orden aparente de nucleación ( $m$ ) en función del AZM ( $\Delta T_{max}$ ) y la velocidad de enfriamiento  $b$ . El parámetro  $k$  fue identificado como una constante de nucleación y  $\frac{dc}{dT}$  correspondía al gradiente de concentración evaluado a la temperatura  $T$  y que podía ser determinado a partir de datos de solubilidad.

$$\ln(\Delta T_{max}) = \frac{1-m}{m} \ln\left(\frac{dc}{dT}\right)_T - \frac{1}{m} \ln k + \frac{1}{m} \ln b \quad (1)$$

Sangwal (2009) propuso algunas modificaciones a la ecuación (1) para darle significado físico a los parámetros  $m$  y  $k$  y que además fuera consistente dimensionalmente. La ecuación (2) corresponde a la ecuación propuesta por Sangwal (2009). A partir del ajuste de datos experimentales es posible determinar los parámetros  $w$  y  $\beta$ . El parámetro  $\beta$  está relacionado con el orden y la constante de nucleación y el parámetro  $w$  está relacionado con la entalpía de disolución y con el AZM.

$$\ln u = w - \beta \ln b \tag{2}$$

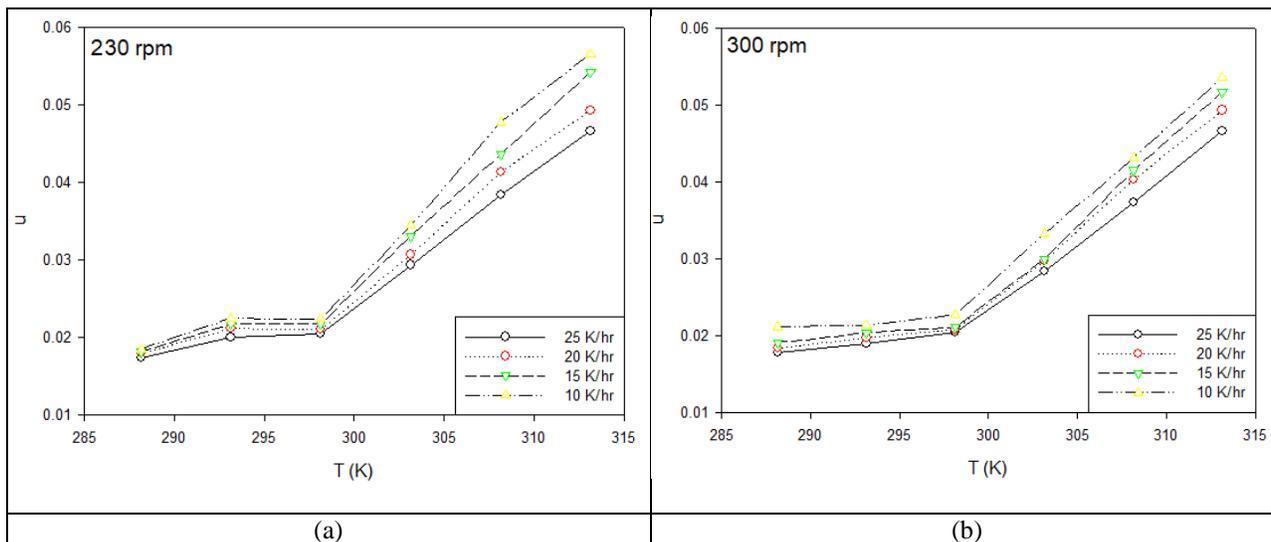


Figura 4. Perfiles de  $u$  contra  $T$  a diferentes velocidades de agitación y enfriamiento.

En el cuadro 2 se muestran los valores de los parámetros de ajuste calculados a partir de los datos experimentales para cada una de las condiciones experimentales. Los valores promedio con sus desviaciones estándar son:  $\beta = 0.1415 \pm 0.0553$  y  $w = 3.1920 \pm 0.5140$ . El valor promedio del coeficiente de determinación es 0.9529.

$T_0$	K	288.15	293.15	298.15	303.15	308.15	313.15
	°C	15	20	25	30	35	40
<b>400 rpm</b>	$\beta$	0.1384	0.1418	0.0140	0.0848	0.2033	0.1753
	$-w$	3.8055	3.5910	3.8906	3.2858	2.7056	2.5175
	$R^2$	0.9724	0.9940	0.9663	0.8392	0.9888	0.9862
<b>300rpm</b>	$\beta$	0.1871	0.1257	0.1120	0.1625	0.1442	0.1488
	$-w$	3.4346	3.5523	3.5351	3.0397	2.8001	2.5724
	$R^2$	0.9623	0.9942	0.9283	0.9218	0.9088	0.9544
<b>230 rpm</b>	$\beta$	0.0645	0.1207	0.0949	0.1799	0.2318	0.2172
	$-w$	3.8375	3.5096	3.5776	2.9421	2.5042	2.3556
	$R^2$	0.9090	0.9350	0.9847	0.9625	0.9934	0.9509

Cuadro 2. Parámetros de la ecuación (2) obtenidos con un ajuste lineal a partir de los datos experimentalmente.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

Se determinó el ancho de la zona metaestable para el sistema ácido acetilsalicílico etanol para diferentes condiciones de concentración de saturación, velocidad de enfriamiento y velocidad de agitación. Los resultados mostraron que el AZM aumenta cuando se disminuye la velocidad de enfriamiento; pero disminuye conforme disminuye la concentración de saturación. Se observa un efecto de interacción entre estas variables, el AZM aumenta más rápidamente para concentraciones superiores a los 298.15 K.

Se determinaron los coeficientes del modelo propuesto por Sangwal con un coeficientes de determinación promedio de 0.9529.

## Referencias

- Jiaoyu, P., D. Yaping, N. Zhen, K. Fanzhi, M. Qingfen y L. Wu. "Solubility and metastable zone width measurement of borax decahydrate in potassium chloride solution." *Journal of Chemical Engineering Data*, Vol. 57, pp. 890-895, 2012.
- Kadam, S. S., H. J. M. Kramer y J. H. ter Horst. "Combination of a single primary nucleation event and secondary nucleation in crystallization processes," *Crystal Growth and Design*, Vol. 11, pp. 1271-1277, 2011.
- Lahav, M. y L. Leiserowitz, L. "The effect of solvent on crystal growth and morphology," *Chem. Eng. Sci.* Vol. 56, pp. 2245-2253, 2001.
- Nyvt, J. O. Sohnle, M. Matuchova y M. Broul. *The kinetics of industrial crystallization*. Academia Prague, 1985.
- Quintana-Hernández, P. A., G. Díaz-Pérez, V. Rico-Ramírez y L. I. Salcedo-Estrada. "Metastable zone width measurement of adipic acid-water solutions," *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, Vol. 13, No. 3, pp. 1009-1018, 2016.
- Sangwal, K. "Novel Approach to Metastable Zone Width Determined by the Polythermal Method: Physical Interpretation of Various Parameters," *Crystal Growth & Design*, Vol. 9, No. 2, pp. 942-950, 2009.
- Sangwal, K. "Some features of metastable zone width of various systems determined by polythermal method," *Cryst. Eng. Comm.* Vol. 13, pp. 489-501, 2011.
- Zhang X., Y. Zhiqing, J. Chia, J. Xu, L. Zhang y G. Qian. "Nucleation kinetics of lovastatin in different solvents from metastable zone widths," *Chem. Eng. Sci.* Vol. 133, pp. 62-69, 2015.

## Notas Biográficas

El **Dr. Pedro Alberto Quintana Hernández** es ingeniero químico egresado del IT de la Laguna, con posgrados de la Universidad de Texas en Austin, EEUU y es coautor de tres libros.

La **Ing. Xóchitl Montserrat Medina-Galván** es ingeniera química egresada del IT de Celaya y estudia un posgrado en el IT de Celaya.

La **Dra. Cristina Coronado Velasco** es ingeniera química egresada del IT de Celaya, con posgrados del ITESM y el Instituto Químico de Sarriá en Barcelona, España. Actualmente es jefa del Departamento de Ingeniería Química del IT de Celaya.

El **Ing. Arturo Alejandro Muñoz-Ovalles** ingeniero químico egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León y estudia un posgrado en el IT Celaya.