

# OBTENCIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE BIOCÓMPÓSITOS TiO<sub>2</sub>/PMMA POR DIP-COATING SOBRE AISI 316L

Reginaldo Tijerina Rodríguez<sup>1</sup>, Ma. de Jesús Soria Aguilar 2, Elsa N. Aguilera González 1, Jorge L. Acevedo Dávila 1, Antonia Martínez Luévanos 1.

## Resumen

Los Biocompositos ceramicopolimeros son ampliamente utilizados en el campo de la implantología dental para elaborar recubrimientos. Una de las aplicaciones más importantes es en la disposición de capas delgadas sobre sustratos metálicos por medio de la técnica Dip-Coating. Los compósitos ceramicopolimeros pueden usarse como recubrimientos de dichos implantes con el fin de proporcionar una barrera contra la corrosión, proporcionar mejores propiedades mecánicas que el bioceánico y principalmente para proporcionar bioactividad y biocompatibilidad al implante dental sobre el cual se depositan. En el presente trabajo se investiga sobre la deposición de recubrimientos de TiO<sub>2</sub>/Nylon 6.66 sobre sustratos de acero inoxidable AISI 316L por la técnica Dip-Coating. Los recubrimientos se caracterizaron por FTIR-ATR y la homogeneidad se determinó por microscopía óptica; también se midió la adherencia al sustrato. Los resultados obtenidos indican que los recubrimientos son compósitos TiO<sub>2</sub>/Nylon 6.66; estos recubrimientos presentan alta adherencia al AISI 316L y buena homogeneidad.

**Palabras clave-** biocompositos, recubrimientos, Dip-Coating.

## Introducción

Actualmente, los avances en la tecnología médica dental y ciencia de los materiales, permiten la elaboración de implante dentales, los cuales son expuestos a diferentes ambientes biológicos con propiedades fisicoquímicas variadas, que con llevan interacciones complejas entre el implante y el tejido vivo. [1]

Un biomaterial se define como “un material diseñado para actuar interfacialmente con sistemas biológicos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o reemplazar algún tejido, órgano, o función del cuerpo”. [2] pueden ser de origen cerámico, polimérico, metálico y compuestos en este sentido, el requerimiento más importante que deben cumplir los biomateriales es su aceptabilidad en el cuerpo humano, por lo que no deben de generar efectos adversos dentro del organismo como alergia, inflamación, o toxicidad. [3] inmediatamente después de la cirugía, a esta propiedad de los biomateriales se le conoce como biocompatibilidad. [3] Conjuntamente, los materiales deben presentar suficiente resistencia mecánica como dureza, fractura, fatiga, etc.

Para sostener las fuerzas a las que son sometidos, y otra característica de mayor importancia, es que un implante debe tener resistencia a la corrosión y al desgaste en ambientes fisiológicos corrosivos y condiciones de carga variable. [4]

Adicionalmente, es deseable que un biomaterial presente bioactividad, es decir que tenga la capacidad de interactuar con el tejido vivo de manera que no produzca reacción de cuerpo extraño y permita la regeneración del hueso. [6]

La corrosión de los implantes metálicos es uno de los problemas más recurrentes y complejos, ya que al encontrarse en un ambiente altamente corrosivo con presencia de aniones como cloruros, sulfatos, y bicarbonatos, además, del oxígeno disuelto, humedad, pH y temperatura constante de 37°C, presentan corrosión localizada y como consecuencia liberación de iones metálicos altamente tóxicos para el organismo, acortando su tiempo de vida útil.

De acuerdo a esto, se ha visto la necesidad de buscar nuevos materiales que, mejoren la protección anticorrosiva de los sustratos metálicos. Una solución a esta problemática, es la fabricación de recubrimientos a partir de nanopartículas de óxidos cerámicos. La importancia de emplear estructuras a escala nanométrico radica en la posibilidad de controlar propiedades fundamentales de los, materiales, permitiendo así obtener nuevos materiales que proporcionen estructuras con una resistencia sin precedentes.

Una de las aleaciones más empleada en aplicaciones biomédicas debido a sus excelentes propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, compresión, desgaste y módulo elástico) y biocompatibilidad, es el acero inoxidable 316L (AI 316L), que a diferencia de otros biomateriales metálicos como las aleaciones de titanio (principalmente el Ti-6 ai-4V), y titanio comercialmente puro (Ti cp.), es económicamente accesible para la mayoría de la población,

<sup>1</sup> Departamento de Materiales Cerámicos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. V. Carranza s/n, CP 25280; Saltillo, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Facultad de Metalurgia, Universidad Autónoma de Coahuila. Carr. 57 km 5, CP 25710; Monclova, Coah., México. [aml15902@uadec.edu.mx](mailto:aml15902@uadec.edu.mx)

aunque su principal desventaja es que presenta alta velocidad de corrosión en el medio fisiológico, limitando su aplicación a implantes temporales.

Una solución a este problema es modificarlo superficialmente a través de recubrimiento que forman una barrera física impidiendo el paso del electrolito, que en este caso es el fluido corporal, a la superficie del sustrato y que además, mejore su biocompatibilidad y bioactividad

Comúnmente los sustratos metálicos se pueden modificar superficialmente empleando diversos métodos, químicos como el sol-gel, utilizados en el área de biomateriales debido a que permiten mantener bajos costos de fabricación ya que son métodos relativamente sencillos que no requieren de equipos especializados.

El método Sol-Gel tiene ciertas ventajas respecto a otros métodos de síntesis, tales como facilidad de obtener materiales con alta pureza, temperaturas bajas de síntesis, etc. De igual manera, el método empleado para realizar el recubrimiento sobre sustratos metálicos, el “Dip-Coating”, es un método que no requiere de equipos sofisticados y permiten conseguir la reproducibilidad de los resultados experimentales alcanzados, así como, su versatilidad para realizar recubrimientos a nivel industrial. [7]

En este sentido, los materiales biocerámicos cristalinos como el óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), principalmente, en la fase anatasa, se han utilizado ampliamente como recubrimientos anticorrosivos debido a su estabilidad química y efecto de barrera que impide al paso del electrolito al sustrato, y al ser empleado como biomaterial mejora la adherencia y propiedades mecánicas de los recubrimientos. [7]

De esta manera se realizará la modificación superficial del AI 316L a fin de incrementar sus propiedades anticorrosivas, mecánicas y bioactividad

#### *Materiales compuestos*

Se puede definir como aquellos materiales que se forman por la unión de dos materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales, estos compuestos pueden seleccionarse para lograr combinaciones poco usuales de rigidez, resistencia, peso, rendimiento a alta temperatura, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad.

Los materiales compuestos de matriz cerámica o polimérica tienen una gran variedad de aplicaciones, en las que destacan su uso como recubrimiento adherente, anticorrosivos y como biomateriales, entre otras

Ya que los materiales cerámicos se caracterizan por su naturaleza de ser muy duros, y unidos con el polímero que nos da adherencia se pueden combinar para sumar estas dos cualidades que son, resistencia mecánica que nos proporciona el cerámico y adherencia que nos la da el polímero.

#### *Preparación superficial del sustrato AI 316L.*

Para la preparación superficial del sustrato AI316L con el fin de mejorar la uniformidad de la capa pasiva, aumentar el área superficial y mejorar el perfil de rugosidad, este último para incrementar la adherencia de los recubrimientos al sustrato.

En este sentido se partió de placas rectangulares de AISI 316L, con dimensiones de 3 por 2 cm. Por 0.5 cm de espesor (Figura 1 inciso a y b) a las cuales se les realizó un desbaste con papel de carburo de silicio ( $\text{SiC}$ ) empleando diferentes granulometrías: 320, 600, 1000, 1500 y 2000, siguiendo el procedimiento que marca la norma,

ASTM G1-03.

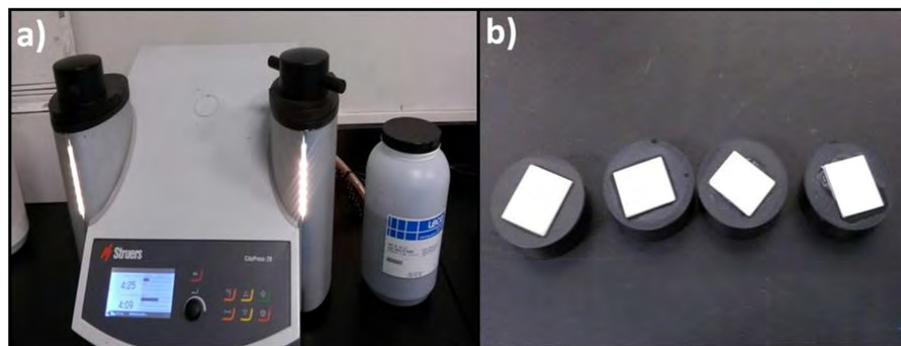


Figura 1. Elaboración de soportes de resina para pulir placas rectangulares de AISI 316L

Las placas pulidas hasta acabado espejo fueron desengrasadas con jabón industrial y lavadas en un baño ultrasónico por 10 minutos con disolventes orgánicos: etanol y acetona, grado industrial, para eliminar aceites o

grasas y productos de pulido como partículas de SiC, alúmina. etc. Impregnadas en la superficie de la placa. Finalmente, se secó el sustrato a temperatura ambiente o con aire comprimido para eliminar la mayor cantidad de humedad de la superficie.

#### *Recubrimiento por inmersión (Dip-Coating).*

El procedimiento para aplicar el recubrimiento del material compuesto en los sustratos metálicos consistió en introducir el sustrato en la suspensión  $\text{TiO}_2/\text{PMMA}$  a una velocidad fija de inmersión de 18.72 mm/min, y dejarlo en contacto por 1 minuto, la extracción se realizó a la misma velocidad.

Los sustratos recubiertos se dejaron secar a temperatura ambiente de 25°C por 24 horas.

El proceso de recubrimiento por inmersión se puede dividirse en tres etapas

1. Inmersión del sustrato, tras su preparación superficial, en el sol.
2. Extracción del sustrato a velocidad controlada, con la consiguiente formación de una película húmeda.
3. Gelificación de la capa mediante evaporación del solvente

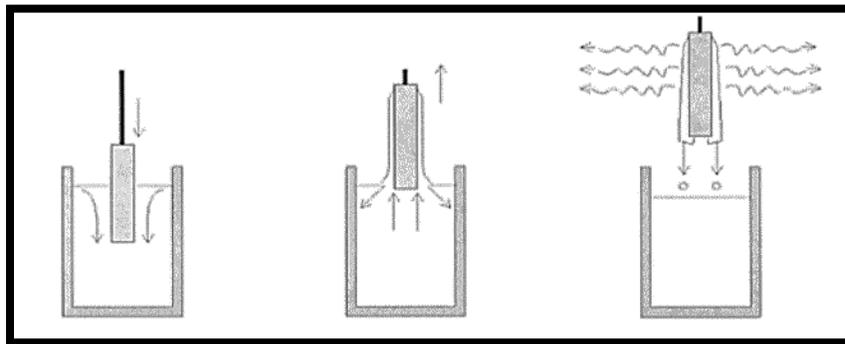


Figura 2. Proceso de recubrimiento por inmersión por la técnica Dip-Coating.

#### **Descripción del Método**

##### *Pruebas Preliminares de Disolución del Polímero PMMA*

Se prepararon dos disoluciones de PMMA, primero se pesó dos muestras de PMMA, cada una de 0.5 g, después, en dos vasos de precipitado de 50 ml se colocó en uno 5 ml de THF y en otro 10 ml de THF. Posteriormente, a cada uno se le agregó el polímero, y se puso a agitación a temperatura ambiente con ayuda de un agitador magnético en una parrilla de calentamiento Cimarec Barnstead/Thermolyne, aproximadamente por 5 minutos; después se agregó calor subiendo su temperatura aproximada a 89 °C y se dejó por 24 horas para la evaporación del disolvente.

Siendo el THF en 10 ml el mejor disolvente.

Después de que se realizaron las pruebas preliminares para seleccionar el tipo y cantidad de agente dispersante y disolvente, se procedió a las síntesis de  $\text{TiO}_2$ , por el método sol-gel

##### *Síntesis de $\text{TiO}_2$ , por el método Sol-Gel.*

Para la obtención de las partículas de  $\text{TiO}_2$  se llevó a cabo como primera etapa la síntesis a partir de precursores alcóxidos metálicos vía sol-gel en atmósfera de  $\text{N}_2$  para evitar la reacción de hidrólisis con la humedad del ambiente. Para ello, se empleó como precursor el Isopropóxido de titanio Sigma-Aldrich, 99 % en peso, alcohol metanol como disolvente Sigma-Aldrich, 98 % en peso

La mezcla se mantuvo bajo agitación durante 10 minutos a una temperatura ambiente, hasta obtener una solución homogénea, este proceso comprende tres etapas principalmente donde se espera que ocurra primeramente una hidrólisis del precursor, siguiendo de una condensación y por último la obtención del sol de Ti.

El  $\text{TiO}_2$  en presencia del metanol como disolvente y del Isopropóxido de titanio (Ttip) como precursor, más ultrasonido, 80 °C con secado térmico y tratamiento térmico de 450 °C por 2 horas para obtener anatasa.

##### *Síntesis de material compuesto $\text{TiO}_2$ -PMMA*

En un vaso de precipitado de 100 ml se colocó 0.5 g de PMMA y se adicionó 10 ml de THF, enseguida se procedió a agitar hasta su disolución por 30 minutos, a temperatura ambiente. Paralelamente, se dispersó una cantidad de  $\text{TiO}_2$ , en 5 ml de etanol y se agitó por ultrasonido 5 minutos; esta dispersión se adicionó a la disolución

del PMMA y se continuo agitando a temperatura ambiente por dos minutos más y se dejó sin agitación por 3 horas a 40°C; la evaporación de los solventes remanentes se realizó a temperatura ambiente por 24 horas.

Después de que la muestra tomo forma de película se enfrió por completo, se despegaron cada una del vaso que las contenía con mucho cuidado. Para luego en un mortero de Ágata, previamente limpio, se colocó aproximadamente una cuarta parte de la película para triturarla, hasta que se llegara a una consistencia de polvo.

El producto obtenido se reservó para su caracterización por FTIR-ATR.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En las Figuras 3 y 4 se presentan los espectros de infrarrojo de las muestras de TiO<sub>2</sub> sin calcinar y calcinado a 450 °C durante 6 horas. Se enfoca el análisis solo al intervalo entre 400 y 1000 cm<sup>-1</sup> porque es en esta región donde están las bandas de interés Correspondientes a los enlaces Ti-O, Ti-OH y Ti-C. Las bandas ubicadas a 566 cm<sup>-1</sup> y 581 cm<sup>-1</sup> corresponden a los enlaces formados entre el oxígeno y el titanio, O-Ti-O (Guzmán, Fernández y Rodríguez 2007).

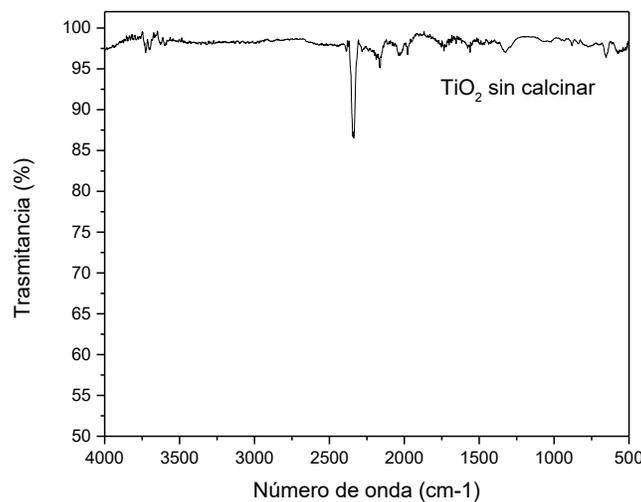


Figura 3. Espectro de infrarrojo de TiO<sub>2</sub> sin calcinar.

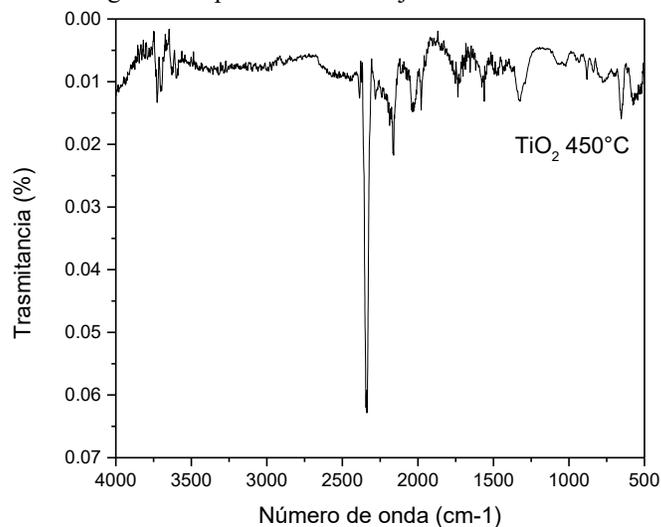


Figura 4. Espectro de infrarrojo de TiO<sub>2</sub> tratado a 450 °C por 6 h.

En la Figura 5, se puede apreciar el difractograma del TiO<sub>2</sub> sintetizado por sol-gel, tratado térmicamente a 450 °C por 6 h. Las reflexiones de las muestras calcinadas corresponden con los establecidos para la fase con estructura cristalina anatasa, esto se demuestra al comparar los valores de distancia interplanar y ángulo 2θ de estos

difractograma con los de la base de datos JCPDS-ICDD Nro. 21-1272. El tamaño de cristal obtenido por medio de la ecuación de Scherrer es de 27nm.

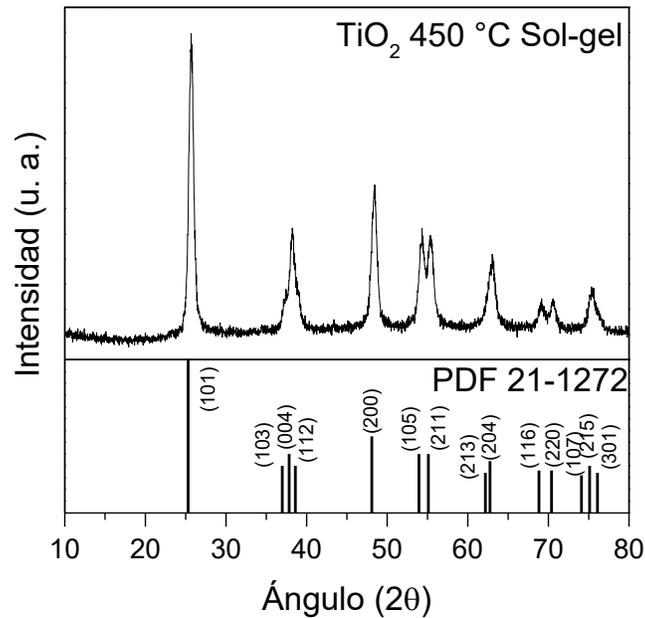


Figura 5. Difractograma de TiO<sub>2</sub> sintetizado por Sol-gel, tratado térmicamente a 450 °C por 6 h.

En la Figura 6 se observa el espectro de infrarrojo del PMMA, para conocer estructuralmente el residuo, y se ubicaron las señales características; la banda 2986 es la tensión del metil ester, la 2994 corresponde a las vibraciones de la flexión del metileno y la 1732 muestra las vibraciones características para el carbonilo.

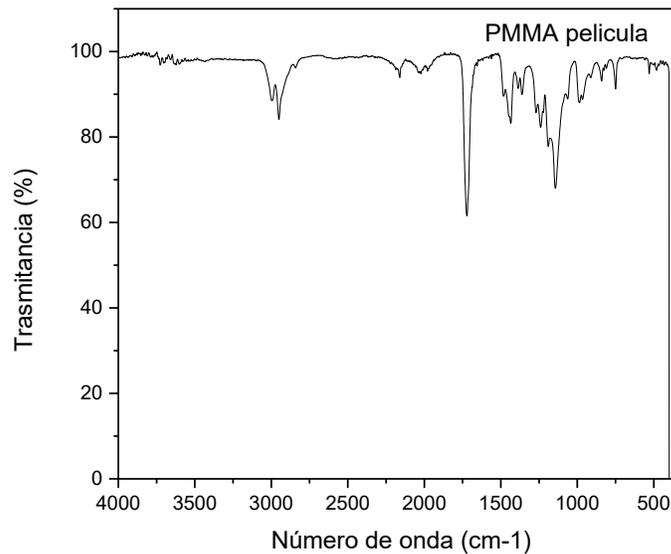


Figura 6. Espectro de infrarrojo de PMMA película.

De acuerdo con todos los resultados observados en las diferentes pruebas y análisis se puede concluir que el residuo que se utilizó para objeto de este estudio es PMMA

De acuerdo con la caracterización y espectroscopia realizada al polímero se puede tener certeza de que la composición del mismo es principalmente polimetilmetacrilato (PMMA).

En la Figura 7 se presentan los espectros de infrarrojo de las muestras de PMMA-TiO<sub>2</sub>. El espectro infrarrojo de PMMA presenta las bandas características de los estiramientos C-H Y C=O en 2944 y 1732, respectivamente, correspondientes al PMMA. Las vibraciones de los enlaces C-O, C-H, Y C-C se presentan en 1235, 1148 y 1069 cm<sup>-1</sup>, respectivamente. Los espectros FTIR-ATR (1740 cm<sup>-1</sup>) que la presenta el PMMA puro (1732); esto hace inferir que hubo una interacción química entre el PMMA y el grupo Ti-OH del óxido de titanio con grupos OH: adicionalmente, los espectros de estas muestras presentan una banda ancha de 3600 a 3000 cm<sup>-1</sup>, que corresponde al estiramiento O-H del Ti-OH.

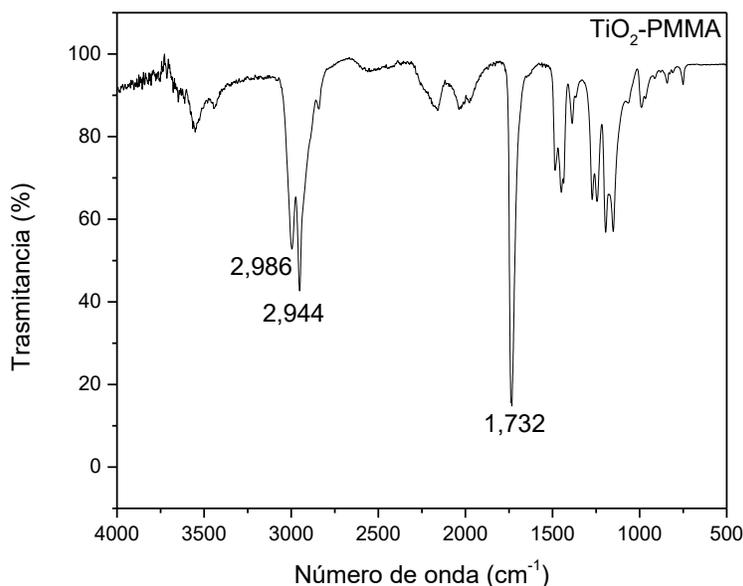


Figura 7. Espectro de infrarrojo del compuesto TiO<sub>2</sub>-PMMA.

En particular, el TiO<sub>2</sub> es considerado un material fotocatalítico, de bajo costo, estable químicamente y no-tóxico (Fujishima, Rao, Tryk, 2000:1-21) por lo que ha sido ampliamente utilizado en diversas aplicaciones biomédicas. Otros estudios han mostrado reducción del porcentaje de poros en las resinas acrílicas de PMMA que contienen TiO<sub>2</sub> con fase cristalina rutilo (Acosta-Torres, López-Marín, Núñez-Anita, 2011:44-47) y se esperaría el mismo comportamiento con la fase cristalina anatasa, sin embargo estudios posteriores se requieren para su confirmación. (Pero, Barbosa, Marra, 2008:125-129).

Los análisis de las caracterizaciones fisicoquímicas de las partículas de TiO<sub>2</sub> comprueban la utilización de partículas nanométricas con fase cristalina anatasa, fase que se ha encontrado ser la más antimicrobiana en comparación con otras fases cristalinas que puede presentar el TiO<sub>2</sub>. En cuanto a la caracterización del PMMA sintetizado, se demostró mediante FTIR la integración de las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> en la molécula del poli(metil metacrilato) sin modificar la presencia de bandas características del PMMA (Jiang 2007: 1724–1728),

### Conclusiones

Después de la caracterización de los productos obtenidos. Los resultados indican que fue posible obtener materiales compuestos de PMMA-TiO<sub>2</sub> por el método mezclado en solución.

### Referencias

- [1] J. Vázquez Alfonso, «ciencia e ingeniería de la superficie de los materiales metálicos,» consejo superior de investigaciones científicas, p. 392, 2000.
- [2] C. García, «Bioactivación de materiales de uso ortopédico,» revista colombiana de materiales, pp. 48-54, 2004.
- [3] F. a. J. S. R. Monteiro, «Introducción y desarrollo histórico, in Biomateriales,» Biomateriales, pp. 17-26, 2004.
- [4] M. Olszta, «Bone structure and formation,» Materials Science & Engineering, pp. 77-116, 2007.
- [5] J. P. Okesson, «Tratamiento de Oclusión y afecciones temporomandibulares,» Elsevier Mosby, pp. 43-44, 2008.
- [6] M. P. Diego, Implantología oral, Barcelona: Ars. Médica, 2001.
- [7] A. Duran, «"Recubrimientos vítreos producidos por sol-gel",» de Ciencia e Ingeniería de la superficie de los materiales metálicos, Madrid, España, A.J.V. Baamonde, J.J.D. González, 2000.

[8] D. Braun, «identification of plastic,» Hanser Publishers, pp. 11-92, 1982.

[9] R. Seymour, «Química de los polímeros,» química de los polímeros, pp. 293-237, 2006.

[10] B. E. C. S. R. J. Vázquez, «Cementos óseos acrílicos,» treinta años contribuyendo al desarrollo de la cirugía y la odontología moderna, pp. 80-88, 2005.

# EVALUACIÓN DEL GAGE R&R PARA CASOS DESBALANCEADOS UTILIZANDO SUMA DE CUADRADOS TIPO III, Y MÉTODO MLS (MODIFIED LARGE SAMPLE)

IBQ.Tirado Flores Julio César<sup>1</sup> y M.C. Hernández Ripalda Manuel Darío<sup>2</sup>, Dr. Vázquez López José Antonio<sup>3</sup>, M.C.  
Luna González Alicia<sup>4</sup>

El análisis para medición Gage R&R por el método ANOVA es un estándar industrial, sin embargo, el ANOVA fue construido desde sus orígenes a base de sistemas lineales balanceados, es por eso que utilizando sistemas de datos desbalanceados genera gran incertidumbre en el comportamiento de los resultados. Existen varias maneras de calcular los cuadrados medios del ANOVA, utilizando las sumas de cuadrados tipo I, tipo II, tipo III y el método MLS. cuando el sistema de datos se encuentra balanceado el resultado de los métodos resulta igual, en cambio hay diferencia si el comportamiento de los resultados cuando el análisis se realiza en sistemas de datos desbalanceados, en éste artículo se evalúa el comportamiento de los resultados del análisis Gage R&R utilizando sistemas de datos desbalanceados calculando los cuadrados medios del ANOVA con los métodos de suma de cuadrados tipo III y el método MLS.

**Palabras clave**—Gage R&R, Sistemas de datos desbalanceados, Cuadrados medios, Suma de cuadrados Tipo III, método MLS.

## Introducción

El estudio de reproducibilidad y repetibilidad para un instrumento de medición (RRG) es un estimativo de la variación observada en la medición, combinando la de repetibilidad y la de reproducibilidad. Establecido de otra manera, el (RRG) calcula la varianza que es igual a la suma de las varianzas dentro y entre los sistemas (AIAG 2010). Se usa para valorar sistemas de medida, mediante mediciones repetidas en unidades por varios operadores, en diferentes, configuraciones, o períodos de tiempo. El propósito del estudio de análisis R & R es determinar si la variabilidad debida a la fuente de la variación del proceso es pequeña en relación a la fuente de variación del sistema de medición. Por lo tanto, la razón entre estos datos es común utilizarla para examinar la variabilidad. Un sistema de medición es capaz si la variabilidad es lo suficientemente grande. (Burdick, Borrór y Montgomery 2005). El análisis se puede realizar de dos formas, mediante la metodología de promedios y rangos o utilizando la ANOVA, siendo ésta última la más utilizado debido a que presenta mayores ventajas (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar 2009).

El análisis de varianzas (ANOVA) es una técnica estadística estándar y puede ser utilizada para analizar los errores de las mediciones y otras fuentes de variabilidad de los datos en un estudio de sistemas de medición. En el análisis de varianza, la variabilidad puede ser seccionada en cuatro categorías: partes, evaluadores, interacción entre las partes y evaluadores y error de replicación debida al instrumento de medición (gage) (AIAG 2010). Es una potente herramienta estadística que se puede utilizar para el diseño y desarrollo de experimentos, la cual también puede aplicarse para los procesos industriales con el fin de controlar el comportamiento de variables ya que es un método que permite comparar dos o más medias poblacionales, el método permite medir la variación de los supuestos numéricos como valores de evaluación de diversas variables nominales. El método de ANOVA, trabaja en el principio simple y lógico en modelos lineales de la partición en la variación en una respuesta continua, llamada Y en componentes explicados e inexplicados y evalúa el efecto en particular de los factores y la relación existente entre los componentes (Doncaster 2007). Para calcular los cuadrados medios del ANOVA se utiliza la suma de cuadrados de los factores y el error, Existen 3 formas de calcular la suma de cuadrados, Suma de cuadrados tipo I, Suma de cuadrados tipo II y la suma de cuadrados tipo III (Herr 1986), Un método adicional conocido como el método MLS (Modified Large Sample) propuesto por Ting, Burdick, Graybill, Jeyaratnam, y Lu (1990) nos permite calcular los cuadrados medios del ANOVA de manera ponderada, dicho método fue propuesto originalmente para la construcción de intervalos de confianza de las combinaciones lineales de componentes de la varianza para los modelos lineales mixtos balanceados con cualquier número de componentes de la varianza y después se extendió al modelo anidado completamente al azar desbalanceado

<sup>1</sup> Julio César Tirado Flores es alumno de la maestría en ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Celaya. julio.cesar.tirado@gmail.com (autor corresponsal).

<sup>2</sup> M.C. Manuel Darío Hernández Ripalda es Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Celaya. dario.hernandez@itcelaya.edu.mx

<sup>3</sup> Dr. José Antonio Vázquez López es Jefe del departamento de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Celaya. antonio.vazquez@itcelaya.edu.mx

<sup>4</sup> M.C. Alicia Luna González es Profesora de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, plantel Instituto Tecnológico de Celaya. dario.hernandez@itcelaya.edu.mx

con cualquier número de efectos aleatorios y el modelo cruzado de dos factores desbalanceado con o sin interacción. (Burdick, Borror y Montgomery 2005).

El presente artículo se basa en el análisis del Gage R&R mediante el ANOVA para casos de datos desbalanceados, utilizando el método de la suma de cuadrados tipo III debido a que es el más común para caso de sistemas de datos desbalanceados, se basa en medias marginales ponderadas y por tanto no son influenciados por el tamaño de la muestra. (Quinn y Keough 2002) y el segundo método evaluado es el MLS ya que Thomas y Hultquist (Thomas y Hultquist 1978), recomiendan el uso de cuadrados medios ponderados, donde el cuadrado medio de ANOVA se podría definir en el método de la MLS para construir intervalos de confianza de componentes de la varianza para estos modelos no ponderados (Purdy 1998), donde de igual forma los cuadrados medios ponderados no son influenciados por el tamaño de la muestra. El análisis se basa en la comparación de los resultados de ambos sistemas, así como la influencia del resultado con respecto al nivel de balanceo.

### Descripción del Método

#### Metodología

Los conjuntos de datos a evaluar, corresponden a dos modelos lineales de dos factores con una interacción y tres réplicas equivalentes a un diseño factorial para el análisis Gage R&R de una evaluación de tres operadores (Factor A) midiendo (respuesta o Y) diez piezas distintas (Factor B) teniendo tres réplicas por cada pieza.

Modelo No. 1					
Pieza	Operador	Medición	Pieza	Operador	Medición
1	A	0.27	1	B	0.2
1	A	0.23	1	B	0.2
1	A	0.28	1	B	0.25
2	A	-0.8	2	B	-0.83
2	A	-0.78	2	B	-0.8
2	A	-0.82	2	B	-0.79
3	A	1.05	3	B	1.08
3	A	1.06	3	B	1.09
3	A	1.1	3	B	1.08
4	A	0.4	4	B	0.38
4	A	0.39	4	B	0.39
4	A	0.44	4	B	0.4
5	A	-1.02	5	B	-1.05
5	A	-1.03	5	B	-1.04
5	A	-1.02	5	B	-1.03
6	A	-0.18	6	B	-0.19
6	A	-0.17	6	B	-0.18
6	A	-0.18	6	B	-0.19
7	A	0.45	7	B	0.44
7	A	0.46	7	B	0.45
7	A	0.43	7	B	0.44
8	A	-0.3	8	B	-0.3
8	A	-0.33	8	B	-0.33
8	A	-0.31	8	B	0.34
9	A	1.9	9	B	1.88
9	A	1.89	9	B	1.89
9	A	1.92	9	B	1.9
10	A	-1.48	10	B	-1.5
10	A	-1.5	10	B	-1.48
10	A	-1.49	10	B	-1.5

Tabla 1 Base de datos Modelo No.1

Modelo No. 2					
Pieza	Operador	Medición	Pieza	Operador	Medición
1	A	0.3	1	B	0.06
1	A	0.048	1	B	0.2
1	A	0.6	1	B	0.02
2	A	-0.56	2	B	-0.46
2	A	-0.64	2	B	-1.22
2	A	-0.54	2	B	-0.67
3	A	1.38	3	B	1.17
3	A	1.16	3	B	0.94
3	A	1.27	3	B	1.34
4	A	0.47	4	B	0.01
4	A	0.39	4	B	1.1
4	A	0.64	4	B	0.2
5	A	-0.6	5	B	-0.45
5	A	-0.88	5	B	-1
5	A	-0.79	5	B	-1.25
6	A	0.02	6	B	-0.2
6	A	-0.11	6	B	0.22
6	A	-0.21	6	B	0.06
7	A	0.59	7	B	0.47
7	A	0.75	7	B	0.55
7	A	0.66	7	B	0.83
8	A	-0.31	8	B	-0.63
8	A	-0.2	8	B	0.08
8	A	-0.17	8	B	-0.34
9	A	2.26	9	B	1.8
9	A	1.99	9	B	2.12
9	A	2.01	9	B	2.19
10	A	-1.36	10	B	-1.68
10	A	-1.25	10	B	-1.62
10	A	-1.31	10	B	-1.5

Tabla 2 Base de datos Modelo No.2

El modelo No.1 es un conjunto de datos para el análisis Gage R&R, con un sistema balanceado, es de 11 categorías distintas por tanto es un proceso muy confiable de medición; y el modelo No. 2 tiene un resultado de 4 categorías distintas de tal forma representa un proceso no confiable de medición.

El siguiente paso es el desbalanceo aleatorio de cada uno de los modelos para realizar después el análisis del Gage R&R a cada uno, el primer análisis se realiza a los modelos 100% balanceados consecuentemente se realiza el análisis a los modelos al 95%,90%,85% y al 80% de balance parcial; buscando que ningún balance parcial contenga celdas vacías.

El desbalanceo de los modelos se realiza de manera completamente aleatoria mediante una hoja de cálculo donde se calculan de igual forma los cuadrados medios ponderados del ANOVA con el método de la MLS propuesto por Ting, Burdick, Graybill, Jeyaratnam, y Lu (Ting, y otros 1990), para calcular el resultado del ANOVA utilizando la

suma de cuadrados tipo III se utiliza el software estadístico Minitab, utilizando la herramienta de ANOVA mediante el modelo general lineal suma de cuadrados tipo III de manera correspondiente.

Obtenidos los resultados el principal dato a comparar o evaluar corresponde a la variable  $\gamma_R$  que es la razón del proceso de variación para la medida de la varianza (Varianza del proceso/Varianza del sistema de medición), ya que se relaciona de manera directa con el número de categorías distintas del sistema  $nc = \sqrt{2\gamma_R}$ , estadístico que nos permite evaluar el estado del sistema de medición. Debido a que  $\gamma_R$  varía con respecto a los datos perdidos y éstos se pierden de manera aleatoria, el ejercicio se replica 5 veces para obtener un  $\gamma_R$  Promedio en los casos desbalanceados. Posteriormente se analizan los datos enfocados principalmente en el resultado de ambos métodos, balanceo de los sistemas y el No. de categorías ( $nc$ ).

### Comentarios Finales

La variable que se calcula como resultado es  $\gamma_R$  que corresponde a la variabilidad;

$$\gamma_R = \frac{\gamma_p}{\gamma_m}$$

Donde  $\gamma_p$  es la varianza del proceso y  $\gamma_m$  representa la varianza del sistema de medición. A continuación, se muestran los resultados del cálculo de la variable  $\gamma_R$  (Burdick, Borror y Montgomery 2005), en los casos de desbalanceo el resultado representa el promedio de 5 réplicas de simulación en ambos modelos (11 y 4 categorías distintas). Además, la variable  $\gamma_R$  está directamente relacionada con el número de categorías distintas del sistema de tal manera que:

$$nc = \sqrt{2\gamma_R}$$

Para el análisis de los datos (Tabla 1 y Tabla 2) se evalúan los comportamientos de los resultados mediante 3 factores principales: balanceo del sistema de medición evaluado, método u obtención del resultado y el tipo de sistema evaluado es decir sistema confiable (11 categorías) y sistema no confiable (4 categorías), a continuación, se presenta la tabla de resultados:

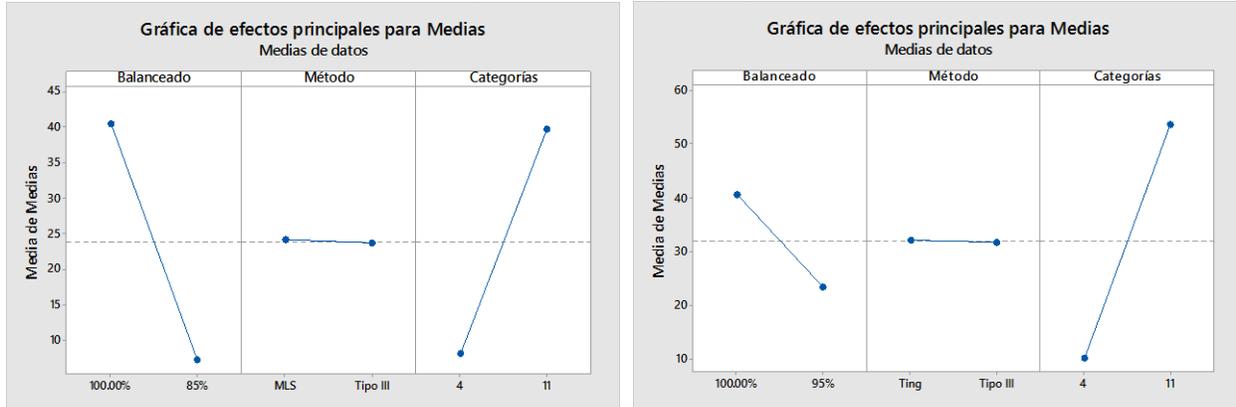
X (Factores)			Y (valores de $\gamma_R$ )			
Balanceado	Método	No. Categorías	95%	90%	85%	80%
parcial%	Tipo III	11	37.8633726	11.2283949	9.95902447	4.86495373
100%	Tipo III	11	69.0132423	69.0132423	69.0132423	69.0132423
parcial%	MLS	11	38.5473083	12.6540827	10.700196	5.14646599
100%	MLS	11	69.2705242	69.2705242	69.2705242	69.2705242
parcial%	Tipo III	4	8.2762493	5.86582303	4.18500153	3.65454233
100%	Tipo III	4	11.6663733	11.6663733	11.6663733	11.6663733
parcial%	MLS	4	8.70441804	6.12253128	4.31895253	3.86071714
100%	MLS	4	12.1469716	12.1469716	12.1469716	12.1469716

**Tabla 3 Resultados de la experimentación mostrando la variable  $\gamma_R$**

Mientras la variabilidad  $\gamma_R$  sea más grande el sistema de medición resulta más confiable, así pues los resultados tanto del modelo No.1 como del modelo No.2 utilizando ambas metodologías para realizar los cuadrados medios del ANOVA resultan semejantes prácticamente en todos los casos, la mayor desviación estándar presente al comparar los resultados de ambas metodologías resulta de 1.008, en el modelo No.1 balanceado al 90 %, la cual no afecta de forma significativa al obtener el estadístico de prueba de número de categorías distintas, en éste caso el resultado del número de categorías distintas para la metodología suma de cuadrados tipo III es de 4.73 (~5) y el resultado para la metodología MLS resulta de 5.00, en ambos casos el resultado nos indica que el sistema de medición es apenas aceptado.

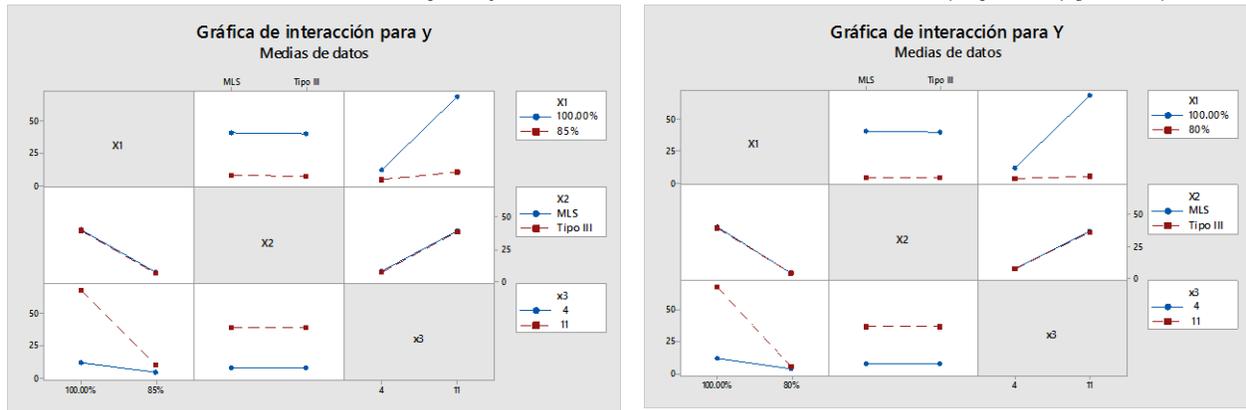
En los gráficos de factores significativos de medias se observa que los resultados de ambas metodologías son semejantes, ya que se mantienen prácticamente como una constante, se observa el cambio significativo o drástico en las medias de los sistemas, en el caso balanceado contra desbalanceado, además de la diferencia significativa de las medias en los sistemas de 4 y 11 categorías distintas respectivamente.

**Gráfica 1 Gráficas de efectos principales para medias del sistema de datos balanceado al 85% (izquierda) y 95% (derecha)**



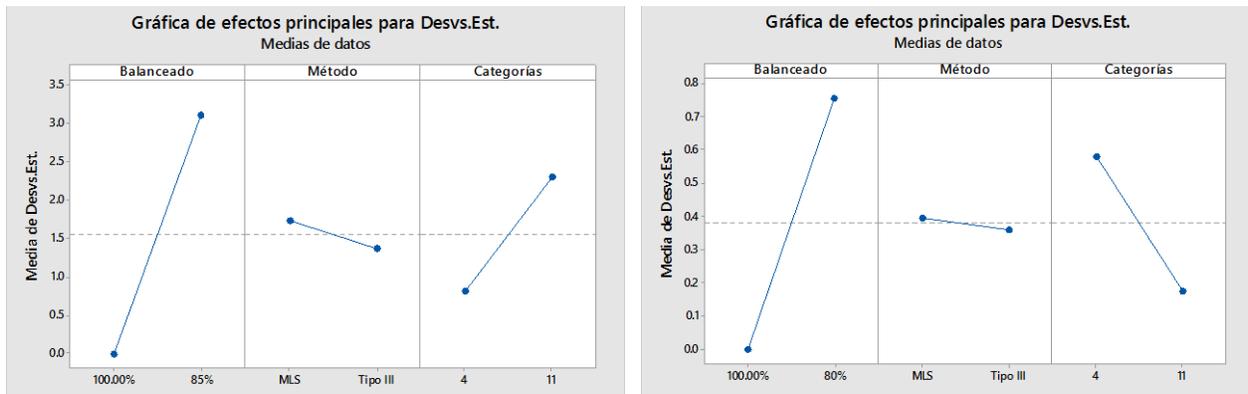
En el análisis de interacciones de los factores principales se observa el resultado de que no existe interacción, al igual que no existe interacción entre las metodologías y el resultado del No. de categorías. Sin embargo, se aprecia una fuerte interacción entre los factores X1 “balanceo del sistema de datos” y X2 “No. De categorías distintas”.

**Gráfica 2 Gráficas de interacción para  $\gamma_R$  del sistema de datos balanceado al 80 (izquierdo) y 85% (derecho)**



En los gráficos de efectos principales para la desviación estándar se observa que ésta aumenta de forma significativa cada vez que el sistema pierde datos o se desbalancea, la desviación estándar es mínima en los resultados de ambos métodos y se observa también que en los casos de balanceo al 100%, 95%, 90% y 85% la desviación estándar en los sistemas de datos con 11 categorías es significativamente alta a los sistemas de 4 categorías pero cuando los sistemas se encuentran en un 80 % balanceados se observa que la desviación estándar es relativamente mayor en los sistemas de 4 categorías comparado a los sistemas de 11 categorías sin embargo los resultados de las desviaciones estándar de los sistemas de 4 categorías siguen siendo bajos por tanto se puede apreciar en éste experimento que si el sistema es desbalanceado al 80%, las mediciones siempre marcarán un No. De categorías bajos.

**Gráfica 3 Gráfica de efectos principales para desviación estándar en el sistema de datos balanceados al 80 (izquierda) y 85 % (derecha)**



### Conclusiones

El análisis de los resultados del experimento demuestra que las metodologías: suma de cuadrados tipo III y metodología de la MLS, para la construcción de los cuadrados medios en el ANOVA del análisis Gage R&R arrojan resultados muy semejantes y no son influenciados por el porcentaje de balanceo del sistema ni por la cantidad de categorías distintas que éste tenga originalmente.

Es decir en un sistema desbalanceado al obtener el resultado utilizando ambas metodologías siempre es semejante, el porcentaje de balanceo de los datos tiene una relación significativa con el resultado del estadístico No. de categorías distintas ( $nc$ ) con el que se evalúa el sistema de medición, la variación en los sistemas desbalanceados del modelo No.1 con 11 categorías distintas iniciales es significativamente alta comparada con la del modelo No.2 con 4 categorías distintas iniciales, en los casos de balanceo parcial del 95%,90% y 85%, por tanto, los modelos con 11 categorías (sistemas de mediciones confiables), al analizarlos con un balanceo del 95,90 y 85 % se pueden obtener resultados de un sistema de medición confiable (No. De categorías distintas  $\Rightarrow$  5) pero también se pueden obtener resultados de un sistema de medición poco confiable (No. De categorías distintas  $<$  5), el resultado depende de que datos son eliminados del modelo, a diferencia de los resultados del análisis con el modelo No.2 (Modelo de 4 categorías distintas), los cuales siempre resultan como sistemas de mediciones poco confiables (No. De categorías distintas  $<$  5). El experimento mostró que cuando los sistemas de datos de ambos modelos (de 11 y 4 categorías distintas) se analizan al 80% balanceados siempre resultan en sistemas de mediciones no confiables (No. De categorías distintas  $<$  5), así que el límite de desbalanceo en el experimento, para detectar en las simulaciones resultados de modelos confiables (No. De categorías distintas  $<$  5) es del 85%.

### Referencias

- AIAG. *Análisis de Sistemas de Medición Manual de referencia*. Southfield Mi: AIAG, 2010.
- Burdick, K., Connie Borror, y Douglas Montgomery. *Design and analysis of gauge R&R studies*. Philadelphia, PA: American Statistical Association, 2005.
- Doncaster, Davey. *Analysis of variance and covariance*. New York: Cambridge University, 2007.
- Gutierrez Pulido, Humberto, y Roman De la Vara Salazar. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México, D. F.: McGraw-Hill, 2009.
- Herr, David G. «On the History of ANOVA in unbalanced Factorial Designs: The first 30 Years".» *The American Statistician* (The American Statistician) 40 (1986): 265-270.
- Montgomery, Douglas. *Diseño y análisis de experimentos*. Mexico D.F.: Limusa Wiley, 2004.
- Purdy, Kathleen G. *Confidence Intervals for variance components (tesis doctoral)*. Oregon, Oregon State: Oregon State University, 1998.
- Quinn, Gerry, y Michael Keough. *Experimental design and data analysis for biologists*. New York: Cambridge University, 2002.
- Thomas, James D., y Robert A. Hultquist. «Interval Estimation for the Unbalanced Case of the One-Way Random Effects Model.» *The Annals of Statistics* 6, n° 3 (1978): 582-587.
- Ting, Naitee, Richard K. Burdick, Franklin A. Graybill, S. Jeyaratnam, y Tai-Fang C. Lu. «Confidence intervals on linear combinations of variance components that are unrestricted in sign.» *Journal of Statistical Computation and Simulation* 35, n° 3-4 (1990): 135-143.

# Gobernanza de los sistemas de innovación en el desarrollo regional de la zona centro occidente de México

Dr. Ernesto Isaac Tlapanco Rios<sup>1</sup>, Dr. Joel Bonales Valencia<sup>2</sup>, Dr. Carlos Mendiola Amador<sup>3</sup>

**Resumen**—La gobernanza ha sido una herramienta que está relanzando a la administración pública hacia niveles de competitividad interregional que organiza a diferentes agentes sociales para generar, por lo regular desarrollo económico, que se espera éste mismo sea la base de un desarrollo regional incipiente y que aún no termina de consolidarse desde la era posrevolucionaria en México, por lo tanto este artículo tiene la finalidad de destacar la realidad de los sistemas de innovación, como agentes del cambio, que influyen en las políticas públicas de la zona centro occidente de México.

**Palabras clave**—Gobernanza, innovación, regionalización, desarrollo, tecnoparques.

## Introducción

La gobernanza es un tema que en los últimos años ha estado tomando auge en Latinoamérica, ha sido una herramienta que está relanzando a la administración pública hacia niveles de competitividad interregional que organiza a diferentes agentes sociales para generar, por lo regular desarrollo económico, que se espera éste mismo sea la base de un desarrollo regional incipiente y que aún no termina de consolidarse desde la era posrevolucionaria en México. Procurando desagregar el tema, la definición de gobernanza deriva en la participación de agentes, es decir grupos y personas que apoyan en el funcionamiento de las políticas públicas del estado, que con ayuda de algunos ejemplos de los resultados de gobernanza, a los cuales se denominan en este artículo como sistemas de innovación en específico como parques tecnológicos.

## Regionalización de los sistemas de innovación de la zona centro occidente de México.

*Zona centro occidente de México.*

Definir la zona centro occidente es un problema de regionalización, no se puede hablar en términos abstractos de un periodo de tiempo en el que actúan agentes, de un tipo de actividad económica específica, tampoco se puede limitar a un área geopolítica, e incluso tampoco es cuestión de espacio sea geográfico o virtual.

Para delimitar una región en cualquier aspecto es necesario acercarse por medio de un modelo mental que puede acotarse utilizando alguna de las aproximaciones que describen aspectos metodológicos, epistemológicos, praxeológicos e incluso ideológicos, Boisier (2005), siguiendo ésta lógica de pensamiento en el caso de un aspecto metodológico la acotación de una región es posible con la finalidad de encontrar un método que detecte las articulaciones de un fenómeno complejo, el aspecto epistemológico en el sentido de acotar el fenómeno en términos de lo que se desea revelar para obtener conocimiento del fenómeno, por otra parte acotar una región praxeológicamente nos lleva a buscar una acotación de un fenómeno en términos de qué tipo de prácticas realizan las personas dentro del fenómeno que desea analizar y por último acotar una región en términos ideológicos permite responder la pregunta de cuál es el conjunto de ideas fundamentales caracteriza el pensamiento de la región en términos culturales, religiosos, políticos, etc. (Real Academia Española, 2015).

Es así que la zona centro occidente de México se acota dependiendo de la particularidad requerida, que es la relación entre la gobernanza y el desarrollo regional con los sistemas de innovación. Por tanto la zona centro occidente de México es la zona de influencia en que los sistemas de innovación participan y la cual se puede describir por medio del principal factor que hizo nacer los sistemas de innovación es decir, la industria, en ese sentido la región geográfica que han definido algunos especialistas en industria y la regionalización de la zona centro occidente de México se acota por los estados de San Luis Potosí, Jalisco, Querétaro, Guanajuato y Aguascalientes.

## Sistemas de innovación

En este contexto histórico el primer parque tecnológico surge al crearse el parque industrial de *Stanford* en 1948, con apoyo del decano de ingeniería eléctrica Frederick Terman y ahora denominado *Silicon Valley*<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> El Dr. Ernesto Isaac Tlapanco Rios es Profesor en las carreras de Mecatrónica y Administración en la Universidad Tecnológica Laja Bajío en Celaya Guanajuato México [ernestoisaac@icloud.com](mailto:ernestoisaac@icloud.com)

<sup>2</sup> El Dr. Joel Bonales Valencia es Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo en Morelia Michoacán México [jbionales@gmail.com](mailto:jbionales@gmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Carlos Mendiola Amador es Encargado de Rectoría de la Universidad Tecnológica Laja Bajío en Celaya Guanajuato México [jbionales@gmail.com](mailto:jbionales@gmail.com)

Ondátegui Rubio (2001) menciona que existe una relación entre el desarrollo y la creación de los parques tecnológicos, y está relacionado con la planeación del crecimiento económico de la teoría de los polos de crecimiento, como cita Perroux en 1955 quien definió:

“Constituye un polo de crecimiento, una industria que condiciona el desarrollo y el crecimiento de industrias en relación técnica con ella —polarización técnica—, a causa de los productos que es susceptible de originar, determinando la prosperidad del sector terciario por la vía de los ingresos que origina —polarización de los ingresos— o un incremento de la renta regional, provocando una concentración progresiva de nuevas actividades en un lugar dado, por la perspectiva de poder disponer de ciertos factores o facilidades de producción —polarización psicológica o geográfica.”

El desarrollo de los sistemas de innovación en la actualidad es un proceso de plan de negocio integrado por al menos tres agentes interesados en activarlos, los cuales son los agentes de gobierno, agentes de la iniciativa privada y agentes como centros de investigación. Sin embargo en sus principios fue otro motivo por el que se desarrollaron como lo indica su historia e incluso el tipo de actividad influyó en el desarrollo de los parques.

#### *Actividades relacionadas con los sistemas de innovación*

Las actividades de los parques se centran en la innovación y en un plano secundario generan un impacto regional, para que la innovación se mantenga a través de ciclos económicos, es necesario la generación de redes y planeaciones nacionales, regionales o estatales. Las sociedades o redes de innovación son parte de la colaboración para generar ciencia y tecnología, algunas de las sociedades que han formado los parques se muestran a continuación.

La prioridad de esa segunda oleada es “la creación de empresas innovadoras en incubadoras movilizando capital riesgo” Ondátegui (1997). Los parques no solo han colaborado en el desarrollo de la industria de la transformación, también ha colaborado en la industria de los servicios “parques de servicios médicos, polos especializados en oftalmología, medio ambiente, micología o proyectos como puede ser el parque tecnológico en Castellón de la Plana en tomo a los nuevos materiales cerámicos y la bioelectrónica en la isla de Elba” Ondátegui (1997).

En otro contexto la “dinámica local encaja en una tendencia globalizadora que intenta prescindir de la proximidad física, de los terrenos y, sobre todo, de la investigación “*in situ*” y “este tipo de redes intentan actuar como verdaderas Agencias de Desarrollo Regional” Ondátegui (1997).

#### *Asociaciones de parques tecnológicos como sisteas de innovación y agentes de gobernanza*

En la actualidad los parques han formado asociaciones para consolidarse y gestionar sus actividades en unión con universidades, empresas y gobierno lo cual es la forma de gobernanza en que participan los parques, estas asociaciones son la *International Association of Science Parks* (IASP) en Europa, en Estados Unidos De América y Canadá específicamente la *Association of University Research Parks* (AURP), la Asociación de Sistemas de innovación de España (APTE) y en Guanajuato, México el Sistema de Sistemas de innovación e Innovación Novaera.

### **Gobernanza de los sistemas de innovación en el desarrollo regional**

Un poco de evidencia de la participación ciudadana como enfoque de gobernanza democrática es el caso de Brasil, en que se han implementado programas en el sector educativo y salud pública, digamos en el ámbito local y estatal. En el caso de vivienda y urbanidad hay algunos acercamientos de gobernanza. El caso más común es el que enlaza al gobierno y las organizaciones no gubernamentales (ONG) en localidades rurales que por lo regular se enfoca en materia de salud. Este último caso es frecuente en países de Latinoamérica incluido México (Canto Sáenz, 2012). Es posible que la gobernanza democrática sea más cercana a las propuestas de desarrollo local que muchos investigadores de desarrollo regional han propuesto, específicamente en materia de desarrollo económico con la participación de varios actores, de igual manera la gobernanza comienza tomar forma de desarrollo endógeno (Canto Sáenz, 2012).

El caso del desarrollo endógeno a diferencia del desarrollo local, es un poco más amplio, pueden observarse planeaciones estratégicas con actores científicos y tecnológicos, el desarrollo endógeno es posible detectarlo en Argentina y España que se han convertido en regiones exportadoras generadoras de empleo, políticas de innovación tecnológica, un punto a resaltar es el que algunos de sus esfuerzos contienen enfoques sociales y ecológicos. En estas evidencias de gobernanza democrática muy cercano al concepto de desarrollo endógeno se detectan evidencias de redes articuladas y mutua colaboración no solo entre empresas, también incluido el gobierno que en algunos casos generan procesos de diferente índole bajo esquemas jurídicos, políticos y económicos (Canto Sáenz, 2012).

---

<sup>4</sup> Nombre que recibe la zona sur del área de la Bahía de San Francisco, en el norte de California, Estados Unidos.

El reto más grande de la gobernanza en América Latina es mejorar las condiciones de salud pública el abatimiento de la desigualdad, pobreza y el hambre que son un ejemplo de problemas sociales. Algunos autores refuerzan la tesis de que el enfoque de desarrollo local es una de las principales herramientas para la reducción de los problemas sociales antes citados (Canto Sáenz, 2012).

La gobernanza en Latinoamérica es por tanto un sistema complejo que debe buscar el punto justo para que la participación social contenga representación de todos los ciudadanos, y aunque la tendencia neoliberal parezca la dominante, es necesario no solo cubrir las necesidades productivas porque la producción no es suficiente para sostener un gobierno con colaboración en redes. Los consensos éticos y morales deben estar incluidos cuando se pretende extender la naturaleza del gobierno al incluir agentes ciudadanos participativos (Canto Sáenz, 2012).

*Tipo de desarrollo regional y gobernanza de los sistemas de innovación.*

Como soporte y transferencia de tecnología destacando el liderazgo en innovaciones como en el caso de Italia en que el desarrollo desde el inicio hasta la incubación de proyectos de alta rentabilidad es el enfoque de negocios basados en el conocimiento que derivan en crear el ambiente propicio para alianzas internacionales de beneficio mutuo (Salvador & Rolfo, 2011).

En Suecia los parques contribuyen en el desarrollo regional mediante la ciencia, la tecnología y la innovación. Los parques en El Cairo, llamado *Smart Village*, han transformando la economía a una economía basada en el conocimiento y con un enfoque hacia la alta tecnología, con este parque también se ha generado un distrito financiero para la región pues alberga a centros de negocios y oficinas corporativas de bancos nacionales e internacionales (Platt, 2010).

### **Gobernanza de los sistemas de innovación y su relación en el desarrollo regional de la zona centro occidente**

El acotar la gobernanza en la región centro occidente, por los sistemas de innovación y por el desarrollo regional es la punta de lanza de las gestiones de gobierno desde principio del segundo milenio y se extenderán por varias décadas hasta que las metas y los objetivos por las cuales han nacido los sistemas de innovación reflejen un incremento en el bienestar de la región o comúnmente llamado desarrollo regional.

Retomando la idea en que la región centro occidente en que los sistemas de innovación tienen influencia es la región geopolítica de los estados de San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato y Aguascalientes, es necesario inventariar los parques que allí se albergan para después investigar si dichos parques son causa de la gobernanza o si son causa de los polos industriales de cada estado. Para enlazar el concepto de gobernanza con los sistemas de innovación, es necesario mostrar que los agentes que participan en este tipo de gobernanza son el estado, ya sea federal o estatal, la academia dado que los parques se instalan bajo la el nombre de alguna o algunas universidades asociadas, además de un tercer agente que es la empresa, punto central de las políticas públicas en que se orienta este tipo de gobernanza.

Cabe destacar que no hay una clara relación del impacto entre una gobernanza neoliberal o una democrática, aunque más de un autor ha descrito que los impactos de un parque tecnológico siempre son en el desarrollo económico y después se alcanza el desarrollo social (Goldstein & Luger, 1990).

De esta manera se tienen las bases suficientes para comenzar a describir la gobernanza de los sistemas de innovación y su relación con el desarrollo regional de la zona centro occidente de México. Comenzamos por el estado de San Luis Potosí que cuenta con un parque tecnológico impulsado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) campus San Luis Potosí, el cual inició su construcción el 14 de septiembre de 2010. La arquitectura e infraestructura en que se ha diseñado este parque se ha orientado para albergar empresas en un clúster o condominio horizontal, muy parecido a un parque industrial, aunque la diferencia es la participación activa de universidades y centros de investigación, no solo es fraccionar y vender lotes para instalación de empresas.

Jalisco ha recibido a tres sistemas de innovación, parque del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), el Parque de Software en Ciudad Guzmán y el parque del ITESM Guadalajara, el enfoque es hacia la innovación que a diferencia de promover un clúster, incuba y desarrolla empresas por medio de programas de *start up*<sup>5</sup> con la finalidad de desarrollar empresas locales de base tecnológica.

Querétaro alberga el Parque Tecnológico Innovación Querétaro auspiciado por un consorcio de universidades, iniciativa privada y gobierno. Éste parque está diseñado a manera de clústeres, es decir albergará empresas o centros de investigación para que desarrollen sus productos, es una de las formas en que se fomenta la instalación de empresas nacionales e internacionales,

---

<sup>5</sup> "A startup is a company working to solve a problem where the solution is not obvious and success is not guaranteed," says Neil Blumenthal, cofounder and co-CEO of Warby Parker. (Forbes, 2013)

En Aguascalientes se instaló el Parque Tecnológico Tres Centurias alberga oficinas para transferencia de tecnología y manufactura, con la representación de universidades, centros de investigación, asesoría sobre propiedad intelectual IMPI, empresas, aceleradoras, incubadoras y desarrollo de emprendedores, así como emprendimientos en los ramos de tecnologías de la información, desarrollo de software, multimedia, aplicaciones móviles y empresas de *landing*. Éste parque inició operaciones a principios de 2014, este parque también es tipo clúster aunque tiene una mezcla de parque de innovación al desarrollar emprendedores de base tecnológica.

Guanajuato es tal vez el estado con más sistemas de innovación, todos enfocados a la innovación con variantes a albergar empresas en clústeres, son siete los parques que se han instalado, Parque Tecnológico Cien del ITESM, Parque Ibero Innovación de la Universidad Iberoamericana, Parque de Innovación De La Salle que pertenece a la Universidad De La Salle, Parque de Innovación Agrobioteg de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato Tecno Parque de la Universidad de Guanajuato, Parque Tecnológico Sanmiguelense del Instituto Sanmiguelense y el Centro Mexicano de Energías Renovables de la Universidad de Guanajuato.

En total son 13 los sistemas de innovación los que se han instalado en la región centro occidente de México y sin llegar a un estudio descriptivo es notorio que, en realidad el centro rector de los sistemas de innovación es el estado de Guanajuato, seguido de Jalisco y podemos encontrar un empate entre Aguascalientes, Querétaro y San Luis Potosí. Sin embargo esta descripción sirve para realizar que son dos orientaciones tecnológicas en las que los parques influyen, por un lado se encuentra la formación de clústeres tecnológicos con servicios para albergar empresas totalmente independientes, por otra parte se encuentra el desarrollo de empresas innovadoras, es decir que se incuban empresas de base tecnológica que se pueden convertir en *spin in* o *spin off* es decir reciben apoyo al recibir en préstamo algunas instalaciones del parque y algunos servicios para que realicen la planeación e inicien sus operaciones asesorados por científicos, ingenieros y en ocasiones con financiamientos diversos que en función del éxito de estas empresas se quedan instaladas formando un clúster en el parque o desarrollan sus propias instalaciones lanzándose fuera del parque.

Cuando se menciona que hay clústeres es necesario deslindar que no se trata de especialidades que rigen a la región, dado que en la zona centro occidente se albergan muchos tipos de clúster por especialidad, aeronáutica, automotriz, textil, agrícola, lácteo, etc. por lo que es necesario eliminar esta ambigüedad. Cuando se mencionan clústeres, se refiere a concentraciones de empresas en un sector, de las cuales no necesariamente son del mismo sector económico, pueden ser industrias de diferentes especialidades las que se albergan en los parques en forma de condominio horizontal.

Al hablar de qué tipo de clústeres y qué tipo de innovación se desarrolla en los sistemas de innovación de la zona centro occidente de México, empieza a tomar forma la relación con la gobernanza, en México prácticamente se podría decir que los polos industriales se han estado especializando, desde los años setentas la calidad y la mano de obra especializada fue la ventaja competitiva del país, sin embargo la misma industrialización empezó a requerir de insumos tecnológicos lo cual detectaron algunos gobiernos estatales e incluso el gobierno federal, e impulsaron a través de la Secretaría de Economía políticas para la formalización de sistemas de innovación en la región.

No significa que la región estuviera desprovista del desarrollo tecnológico, para esto ya se habían delimitado clústeres de especialidades en diversos sectores de la zona centro occidente, el textil, automotriz, agrícola, etc. en los cuales se llevaba una aplicación tecnológica patrocinada solo por los empresarios, pocas veces se incluía a la academia y aún menos al gobierno en la participación tecnológica. Lo que se pretende establecer es que el desarrollo tecnológico en México se había estado desarrollando prácticamente como una extensión empresarial como por ejemplo la empresa Mabe en Querétaro lleva al menos 15 años diseñando productos y líneas de proceso, aunque se contratan a especialistas con grado de posgrado egresados de las universidades regionales, es evidente que no requieren de financiamiento gubernamental ni apoyo directo de las universidades en materia científica o técnica. O mientras estuvo formado el grupo Unik se tenía un centro de desarrollo tecnológico para el grupo y sus subgrupos Spicer y Unico en la empresa Tecnysia.

Otro caso es el llamado valle del silicio en Guadalajara, el cual desde 1960 ha recibido a empresas electrónicas que han instalado centros tecnológicos para apoyo e investigación en el desarrollo de sus productos.

En estos casos la vinculación entre gobierno, sociedad y academia es prácticamente inexistente. En el modelo de los sistemas de innovación en México es notorio que el modelo, llamado triple hélice, es imprescindible para la gestión tanto de clústeres y de la innovación, es decir que el modelo sea activo reflejando una vinculación continua y que se retroalimente periódicamente.

En todo caso el éxito del fomento al desarrollo tecnológico tiene sus recompensas no solo económica, también académicas y gubernamentales. Los gobiernos de la región centro occidente de México han dejado muy claro en sus informes el fomento y respaldo al desarrollo tecnológico y su participación en el impulso a la tecnología sin acaparar o mencionar que el fomento de los parques es un desarrollo cien por ciento impulsado por los gobiernos, siempre se menciona la colaboración de la academia y del sector empresarial, esto nos habla de gobernanza, permiten a la

academia (representante de la sociedad) y a las empresas (representante de los mercados) participar en la gestión de una necesidad clara de la región, que es la tecnología y la innovación, la cual se encuentra fuera del alcance de la capacidad de gestión del gobierno.

Retomando el punto original de la gobernanza de los sistemas de innovación y su relación en el desarrollo regional de la zona centro occidente, y combinando los puntos de vista de gobernanza neoliberal, gobernanza democrática y los enfoques de desarrollo local y endógeno, es posible hacer algunas aclaraciones dependiendo del tipo de parque que se esté hablando o del tipo de sistema de red en que se encuentre.

Los parques tipo clúster promueven el desarrollo económico que su finalidad es el desarrollo de tecnología que influya positivamente en la balanza económica de bienes de alta tecnología incrementando las exportaciones, es más cercano a un desarrollo de ciudad industrial aunque con la inclusión de agentes académicos y empresariales lo que permite hablar de una organización en red que es evidencia de una extensión de gobierno también llamado gobernanza.

Generalmente los parques tipo clúster, que son impulsados por alguna universidad se encuentran fuera del territorio universitario con independencia y autonomía lo cual les permite conducirse dependiendo de las necesidades naturales del parque en cuanto al tipo de empresas que se instalan y de las investigaciones científicas necesarias para aplicarse, y como se ha mencionado, también incluyen actividades de innovación en incubadoras de empresas y de desarrollo sustentable. Podría decirse que es el ala más neoliberal de la gobernanza de los sistemas de innovación que sin embargo no lo es tanto dado que por lo regular no son clústeres cerrados solo al trabajo empresarial pues forman parte desarrollo endógeno de la región en la que se ubican.

Los parques de innovación son los más representativos en la región centro occidente, estos impulsan empresas desde cero del tipo *start up* que son empresas de base tecnológica, estas empresas aplican el desarrollo científico de manera constante durante el proceso de constitución y desarrollo de la empresa. Algunos autores podrían citar a éstos parques como una imagen de gobernanza neoliberal sin embargo son más cercanas a inclinar la balanza hacia el desarrollo local con visión a impulsar el desarrollo endógeno.

Una de las vocaciones en los parques es la innovación social, algunos autores podrían centrar estos parques en una especie de ONG sin embargo no son apoyo comunitario en términos de solicitar recursos públicos para compra y traslado de medicinas, tratamientos médicos o alimentos a comunidades marginadas, el enfoque económico es desarrollar comunidades para que sean autosustentables o al menos desarrollar empresas tradicionales en comunidades y tecnificación del campo. Y en muchas circunstancias, aplican las recomendaciones de la OCDE para impulsar la competitividad de las pymes regionales por lo cual es un claro ejemplo de gobernanza en la zona centro occidente. En cuestiones de salud se impulsa el desarrollo médico en las localidades, purificadoras de agua, entre otros proyectos. Ésta ala algunos la podrían citar como gobernanza democrática de desarrollo local, que sin embargo tampoco es correcto, pues dichos parques también incuban empresas de base tecnológica que participan en el desarrollo endógeno.

En los países latinoamericanos la polarización entre democracia y neoliberalismo es un debate que no ha concluido, y se ha mencionado que el la gobernanza de los sistemas de innovación en un fenómeno global sin importar ideologías, esto es debido a que en países socialistas donde la democracia no es común como es el ejemplo de China, también se desarrollan parques tipo clúster que, es evidente son de nacimiento una aplicación del neoliberalismo, contrario a la ideología comunista y socialista, pero es común que los países socialistas incursionan en los mercados globales y requieren de complejos industriales competitivos y en su caso, desarrollo de empresas de base tecnológica para mantener un liderazgo geopolítico, por lo cual invierten en sistemas de innovación tipo clúster con el enfoque de gobernanza neoliberal.

En todos los casos la gobernanza está ayudando a allanar problemas detectados en otros países que debilitan el emprendimiento tecnológico en los parques de los cuales algunos obstáculos detectados se mencionan a continuación (Pournasr Khakbaz & Salimi Torkamani, 2012): a) poco interés de financiamiento por parte de los bancos, b) políticas públicas deficientes, c) personal con bajas habilidades laborales, c) poca atención y alta resistencia de la participación empresarial con el emprendimiento tecnológico entre otros.

### **Conclusiones y recomendaciones.**

La gobernanza es prácticamente la precursora de los sistemas de innovación en México y fueron muchos los factores que diferentes agentes incluyeron en las mesas de discusión para que se formaran los decretos. Dichos agentes, fueron principalmente académicos concededores de la relación entre la tecnología y la competitividad, por otra parte las empresas y la innovación reflejada en el emprendimiento y los desarrollos de los corredores industriales de la zona, y es posible que al último agente que se haya agregado haya sido el Estado que además es el detonador de políticas.

Los sistemas de innovación de la zona centro occidente de México, navegan entre el desarrollo endógeno y el desarrollo local dadas su enfoque de desarrollar clústeres tecnológicos, así como de sus capacidades de innovación y mejora enfocadas a las pymes. En cuestiones de participar en el desarrollo regional también participan en integralmente en la zona, como se mencionó es tal vez imperceptible en términos cuantitativos de impacto en el Índice de Desarrollo Humano (IDH) pero sí es perceptible en términos cualitativos segmentados.

Entre las variedades de gobernanza también los sistemas de innovación de la zona centro occidente de México son ejemplo de un enfoque de gobernanza neoliberal en cuanto al enfoque de desarrollo económico pero al mismo tiempo también son un ejemplo de gobernanza democrática al participar activamente en la solución de problemas sociales y ambientales.

En conclusión, la gobernanza de los sistemas de innovación y su relación en el desarrollo regional de la zona centro occidente de México es evidente dado que; los resultados de sus actividades pueden medirse conforme a las recomendaciones a la gobernanza que emite la OCDE en cuestiones de competitividad regional, liderazgo, innovación y enfoque al desarrollo de pymes que se realizan por medio de agentes como son la academia, el sector empresarial y el Estado para impulsar el desarrollo económico, y con indicios de un enfoque al desarrollo regional integral al incursionar en el desarrollo social y ambiental.

### Referencias

- Canto Sáenz, R. (2012). Gobernanza y democracia de vuelta al río turbio de la política. *Gestión y Política Pública*, 333-374.
- Cañedo Barrera, Y. (2014). La región bajo-centro-occidente de México, ¿el nuevo polo industrial del país? Seminario de Análisis Regional y Estudios espaciales, 12-15.
- Lizama Silva, G. (1994). Región e historia en el centro-occidente de México. *Relaciones estudios de historia y sociedad*, 13-39. Obtenido de El Colegio de Michoacán.
- Boisier, S. (2005). Post-scriptum sobre desarrollo regional: modelos reales y modelos mentales. (A. Solari Vicente, & J. Martínez Aparicio, Edits.) *Desarrollo local, textos cardinales*, 11-32.
- Bonales Valencia, J., & Lara Hernández, R. (2012). Modelos competitivos regionales. *INCEPTUM*, 229-269.
- Dirección General de Desarrollo Empresarial y Oportunidades de Negocio. (2010). Sistemas de innovación: Secretaría de Economía. Recuperado el 9 de Mayo de 2012, de <http://www.economia.gob.mx/mexico-emprende/programas/125-parques-tecnologicos>
- Fideicomiso para el Desarrollo de la región Centro Occidente. (2005). Programa de desarrollo económico de la región centro occidente. Guadalajara, Jalisco: FIDERCO.
- Goldstein, H. A., & Luger, M. I. (Febrero de 1990). Science/Technology Parks and Regional Development Theory. *Economic Development Quarterly*, 4, 64-78.
- México Emprende. (2009). Sistemas de innovación. Recuperado el 9 de Mayo de 2012, de Sitio Web de México Emprende: [http://www.mexicoemprende.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=36&Itemid=60](http://www.mexicoemprende.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=60)
- Ondátegui Rubio, J. C. (1997). Tecnología, industria e innovación: los sistemas de innovación en España. Tesis Doctoral, FACULTAD DE GEOGRAFIA E HISTORIA, DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA HUMANA, Madrid.
- Ondátegui Rubio, J. C. (2001). Parques Científicos Y Tecnológicos: Los Nuevos Espacios Productivos Del Futuro. Alicante: Investigaciones Geográficas.
- Platt, G. (2010). Country report: Egypt Getting Smart. *Global Finance*, 47-51.
- Pournasr Khakbaz, P., & Salimi Torkamani, M. (2012). Recognition of Structural Obstacles of Technological Entrepreneurship & Technology Parks. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 211-216.
- Real Academia Española. (2015). Real Academia Española. Recuperado el 28 de Agosto de 2015, de <http://www.rae.es/>
- Sánchez Almanza, A. (1994). El centro-occidente de México, desarrollo regional, economía y población. México D. F.: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.
- Salvador, E., & Rolfó, S. (April de 2011). Are incubators and science parks effective for research spin-offs? Evidence from Italy. *Science and Public Policy*, 170-184.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2011). Región Centro Occidente. Vocación y Desarrollo. México, D. F.: SAGARPA.

### Notas Biográficas

El **Dr. Ernesto Isaac Tlapanco Rios** es Doctor en Ciencias del Desarrollo Regional por el Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, Maestro en Gestión Administrativa e Ingeniero Mecánico por el Instituto Tecnológico de Celaya.

El **Dr. Joel Bonales Valencia** es Doctor en Ciencias con Especialidad en Ciencias Administrativas, ESCA- IPN, 2001 obtuvo las distinción del Instituto Politécnico Nacional como mejor alumno del doctorado de la generación, 1998-2001, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt desde 2002 a la fecha es Profesor-Investigador Titular "C" de Tiempo Completo del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) perteneciente a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en Morelia ha formado a 24 Doctores en Ciencias y a 33 Maestros en Ciencias ha elaborado 14 libros, 45 capítulos de libros y 65 artículos científicos, en coautoría de investigadores nacionales e internacionales. Ha presentado 97 Ponencias en 60 Congresos:

El **Dr. Carlos Mendiola Amador** es Doctor en Economía y Master of Business Administration por The University of Texas, Master of Public Administration por The University of Texas, Maestro en Ingeniería Industrial por la Universidad Iberoamericana León y Licenciado en Matemáticas por la Universidad de Guanajuato-CIMAT.

# Micro-simulación para la reducción de tiempos de espera en intersección vehicular

Ing. Luis Ángel Toledo Aguilar<sup>1</sup>, Ing. Ricardo Ramírez Tapia<sup>2</sup>,  
Dr. José Alfredo Jiménez García<sup>3</sup> y Dr. Salvador Hernández González<sup>4</sup>

**Resumen—** La movilidad vehicular es un tema de interés para las ciudades que se encuentran en desarrollo. Debido al crecimiento demográfico en muchas ciudades de México es necesario realizar estudios enfocados al entendimiento y comportamiento de la movilidad. En este sentido, se propone un estudio que mejora la movilidad de vehículos en la intersección Av. México - Japón y Av. Tecnológico de Celaya Guanajuato, cuya selección se hizo debido al importante flujo vehicular que esta representa. Para su desarrollo primero, se obtuvieron datos vehiculares mediante un aforo concentrando los datos en tablas donde se clasifico el tipo de vehículo, tiempo ciclo semafórico y tasa de llegada en el nodo. Esto permitió construir un modelo de simulación mediante el software PTV VISSIM ® para generar diferentes escenarios que permitan analizar y comparar los modelos, con el propósito de obtener el mejor escenario que incremente el flujo vehicular y reduzca el tiempo por bloqueo.

**Palabras clave—** Movilidad vehicular, intersección, modelos de simulación, escenarios, análisis de datos, tiempo de espera, afluencia vehicular.

## Introducción

El tráfico en uno de los principales problemas que se enfrentan las ciudades del mundo. Según Ian Thomson (2002), menciona que la congestión vehicular es “la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás”. Las causas que generan los efectos del congestionamiento vehicular en una red vehicular se atribuyen a varias características, una de ellas es, “La demanda de transporte es eminentemente variable y tiene puntas muy marcadas en las cuales se concentran muchos viajes, a causa del deseo de aprovechar en buena forma las horas del día para realizar las distintas actividades y para tener oportunidad de contacto con otras personas.” (Ian Thomson 2016)

En ese sentido, se realizó un estudio para evaluar el comportamiento actual del tráfico vehicular en la intersección (nodo) en la Av. México-Japón y Av. Tecnológico. Los datos recolectados fueron obtenidos mediante un aforo vehicular en donde se consideraron las siguientes variables: tiempo semafórico, tasa de llegada vehicular, clasificación de los vehículos, y el porcentaje de acoplamiento o desacoplamiento en el sentido y dirección de cada avenida. Estas variables fueron simuladas y validadas en la paquetería del software VISSIM ® con la finalidad de modelar la intersección observada en campo, y encontrar un mejor escenario donde se obtenga el menor tiempo de espera y colas de cada carril.

La intersección señalada anteriormente fue elegida por la importancia que esta representa en la red vehicular de avenidas en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Debido a que, en este nodo se incorpora una afluencia vehicular desde la autopista Salamanca-Celaya-Querétaro a la Av. Tecnológico generando un área de oportunidad para reducir el tiempo de espera producido por lo ciclos semafóricos.

El método de simulación que se utilizó en el artículo está basado en el método propuesto por Raúl Coss Bu (1993) que consiste en:

- Definición del problema
- Formulación del modelo

<sup>1</sup>El Ing. Luis Ángel Toledo Aguilar alumno de Maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato. [toledo\\_aguilar@hotmail.com](mailto:toledo_aguilar@hotmail.com)

<sup>2</sup>El Ing. Ricardo Ramírez Tapia alumno de Maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato. [raigchardo@hotmail.com](mailto:raigchardo@hotmail.com)

<sup>3</sup>El Dr. José Alfredo Jiménez García Profesor Investigador de tiempo completo del departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato. [alfredo.jimenez@itcelaya.edu.mx](mailto:alfredo.jimenez@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Salvador Hernández González candidato SIN I y profesor investigador de tiempo completo del departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato. [salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx)

- Colección(recolección) de Datos
- Implementación del modelo en la computadora
- Validación
- Experimentación
- Interpretación
- Documentación

Debido a que la problemática está relacionada con líneas de espera y con ingeniería de tránsito y transporte es necesario definir las:

Rafael Cal y Mayor Reyes Spindola y James Cárdenas Grisales (1994) definen Ingeniería de transporte e Ingeniería de Tránsito basados en la definición del Instituto de Ingenieros de Transporte como:

Ingeniería de transporte: “Aplicación de los principios tecnológicos y científicos de la planeación, al proyecto funcional, a la operación y administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente.”

Ingeniería de Tránsito: “Aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación de tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte.” (Reyes Spindola y Cárdenas Grisales 1994)

Gross et al. (2008) definen las líneas de espera como un fenómeno en el que un conjunto de clientes llega a un sistema en busca de un servicio, en donde tienen que esperar si el servicio no es rápido y posteriormente cuando son atendidos estos abandonan el sistema, también se da el caso en el que los clientes abandonan el sistema al cansarse de esperar el servicio. (Gross, y otros 2008)

### Descripción del área de la intersección de estudio

El caso de estudio se desarrolló en la Ciudad de Celaya, Guanajuato dentro de la intersección de las Avenidas México-Japón y Av. Tecnológico. La selección del punto de estudio se basó en el análisis visual de las colas generadas por ciclos semafóricos en dicha intersección durante horas pico que comprenden de 13:00 a 14:00 horas. Además, esta intersección representa una de las arterias con mayor flujo vehicular de la ciudad debido a que se incorporan vehículos de las carreteras Salamanca- Celaya y Querétaro-Celaya. La figura 1 muestra la vista aérea de la intersección marcado con el punto en color verde.



Figura 1: Vista aérea del caso de estudio

### Formulación del modelo

El modelo construido tuvo como bases las variables que se mencionan a continuación: tiempo ciclo y de fase semafórico, tasa de llegada vehicular, % de acoplamiento y desacoplamiento y clasificación de los vehículos. Estas variables serán introducidas en el software PTV VISSIM® para generar un escenario de micro simulación que determine las estimaciones del tiempo de espera producidos por los vehículos en la intersección.

### Recolección de los datos

El desarrollo de la recolección de los datos se efectuó durante un horario de 13:00 a 14:00 horas considerado como un horario punta ya que es cuando se presenta el mayor flujo vehicular observado. Dicho aforo se realizó en una sola exhibición, mediante videograbación para detectar los agentes vehiculares que interactúan en la intersección (nodo). Clasificando el tipo de vehículo como se muestra en la Tabla 1: Tipo de vehículo

REGISTRO TOTAL DE VEHICULOS EN LA INTERSECCIÓN AV. TECNOLÓGICO Y AV. MÉXICO-JAPÓN											
LUGAR	AV. MÉXICO- JAPÓN/ AV. TECNOLÓGICO							MOVIMIENTO			
DIRECCIÓN	TASAS	TIPO DE VEHICULO						G. D	DER	G.I.	V.U
		LIGERO	AUTOBUS	CARGA	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL				
Av. Mx-JP Norponiente a Sur poniente	Tasa de llegada	580	44	34	35	13	706	83	305	205	0
	% de llegada	80%	7%	5%	6%	2%	100%	12 %	43%	34%	0%
Av. Mx. JP. Sur poniente a Norponiente	Tasa de llegada	487	22	29	36	22	609	48	505	126	0
	% de llegada	73%	4%	15%	5%	3%	100%	7%	74%	15%	0%
Av. Tecnológico dirección Tecnológico	Tasa de llegada	683	46	28	10	3	770	31	624	144	26
	% de llegada	89%	6%	4%	1%	.0003%	100%	4%	81%	19%	3%
Av. Tecnológico dirección Salida-Autopista	Tasa de llegada	542	17	18	15	10	602	38	487	49	28
	% de llegada	90%	3%	3%	2%	2%	100%	6%	81%	8%	5%
Tasa de llegada Total	Tasa de llegada Total	2302	132	109	96	48	2687	200	1921	557	54
	% de llegada Total	86%	5%	4%	4%	2%	100%	7%	72%	21%	2%

. Posteriormente se obtuvo la tasa de llega de cada agente que se dirige a la intersección por ciclo semafórico y subsecuentemente se obtuvieron las medias de llegadas de los diferentes carriles en el nodo como se muestra en la tabla 2. El ciclo semafórico en el escenario actual observado, cuenta con una programación de tiempo fijo que consta de un tiempo constante para cada luz de estado (verde, ámbar y rojo), como se muestra en la tabla 3.

TIPO DE VEHICULO				
Ligero	Autobús	Carga	Motocicleta	Bicicleta

**Tabla 1: Tipo de vehículo**

REGISTRO TOTAL DE VEHICULOS EN LA INTERSECCIÓN AV. TECNOLÓGICO Y AV. MÉXICO-JAPÓN											
LUGAR	AV. MÉXICO- JAPÓN/ AV. TECNOLÓGICO							MOVIMIENTO			
DIRECCIÓN	TASAS	TIPO DE VEHICULO						G. D	DER	G.I.	V.U
		LIGERO	AUTOBUS	CARGA	MOTOS	BICICLETAS	TOTAL				
Av. Mx-JP Norponiente a Sur poniente	Tasa de llegada	580	44	34	35	13	706	83	305	205	0
	% de llegada	80%	7%	5%	6%	2%	100%	12 %	43%	34%	0%
Av. Mx. JP. Sur poniente a Norponiente	Tasa de llegada	487	22	29	36	22	609	48	505	126	0
	% de llegada	73%	4%	15%	5%	3%	100%	7%	74%	15%	0%
Av. Tecnológico dirección Tecnológico	Tasa de llegada	683	46	28	10	3	770	31	624	144	26
	% de llegada	89%	6%	4%	1%	.0003%	100%	4%	81%	19%	3%
Av. Tecnológico	Tasa de llegada	542	17	18	15	10	602	38	487	49	28

dirección Salida-Autopista	% de llegada	90%	3%	3%	2%	2%	100%	6%	81%	8%	5%
	Tasa de llegada Total	2302	132	109	96	48	2687	200	1921	557	54
	% de llegada Total	86%	5%	4%	4%	2%	100%	7%	72%	21%	2%

**Tabla 2: Registro de aforo vehicular en la intersección**

Control Semafórico Intersección. Av. Mx-Jp/Av. Tecnológico					
Descripcion	Codigo de Semaforo	Luz de estado			Ciclo semaforico
		V 	A 	R 	
Av. Mx-Jp direccion Norponiente a Sur poniente	S1	30	3	129	162 Segundos
Av. Mx-Jp direccion. poniente a Sur poniente	S2	30	3	129	172 Segundos
Av. Tecnologico direccion Tecológico	S3	30	3	129	162 Segundos
Av. Tecnologico direccion Salida	S4	30	3	129	162 Segundos

**Tabla 3: Control semafórico de la intersección Av. Mx-Jp y Av. Tecnológico**

### Implementación del modelo en la computadora

Con las observaciones realizadas en el área de estudio, se recreó el escenario actual de simulación que es definido por Banks et al. (1999) como la recreación de un proceso del mundo real o de un sistema en un periodo de tiempo. Esta recreación puede ser creada a mano o con un ordenador para la generación de conclusiones relacionadas con las características de funcionamiento del sistema o proceso real. Una vez que la recreación del mundo real ha sido modelada y validada se puede utilizar para investigar una gran variedad de que “pasaría si” relacionados con el sistema real. (Banks, y otros 1999). Con esto el modelo determinará el patrón de comportamiento y los efectos producidos que se registran en la intersección. En el modelo se contemplaron los ciclos semafóricos de cada carril, así como las tasas de llegadas para cada uno de estos registrados en la tabla 3. Se declararon los agentes por tipo de vehículo (Ver tabla 2) y el promedio de sus dimensiones, ancho del carril y distancias a escala 1:50 metros, de tal forma que el escenario se comporte bajo las mismas condiciones de forma real como se muestra en la **Error! Reference source not found.**



**Figura 2: Modelo de simulación**

### Validación del modelo

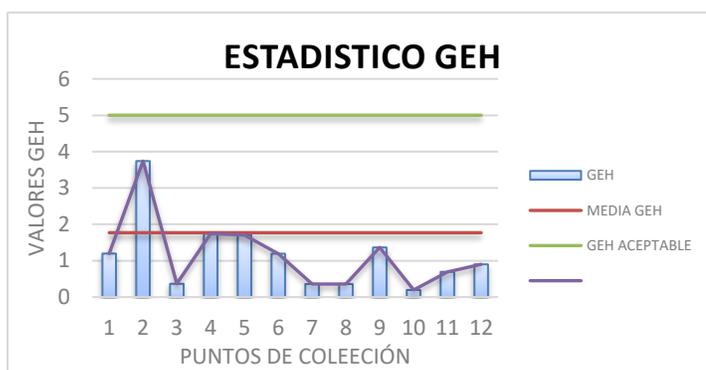
Para la validación del modelo se utilizó el estadístico GEH de Geoffrey E. Havers, definido como un estadístico estándar de bondad de ajuste, entre los datos observados y los datos de la simulación. El GEH estadístico es calculado mediante la siguiente ecuación: (Transport for London 2010)

$$GEH = \sqrt{\frac{(M-C)^2}{(M-C)/2}} \quad \text{Dónde:} \quad M = \text{Flujo modelado} \quad C = \text{Flujo contado} \quad (1)$$

Una vez calculado del GEH, se analizaron los resultados comparando el máximo aceptable con un valor de 5 (ver Figura 3) comparando las salidas del modelo de simulación y los datos observados en campo. De acuerdo con Design Manual for Roads and Bridges (DMRB), el 85% de los volúmenes en un modelo de tráfico debe tener un GEH inferior a 5. Si los valores de GEH se encuentran en un rango de 5 a 10 pueden justificar una investigación. (Highways England 2011) Analizando los datos obtenidos en campo y comparándolos con los resultados arrojados en el software cómo se ve en la figura 3, los valores de GEH se encuentran dentro de los límites aceptables para validar el modelo de simulación, los valores de GEH se calcularon para cada uno de los movimientos observados en el área de estudio (ver tabla 4).

CALIBRACIÓN DEL MODELO				
MOVIMIENTO	PUNTO DE COLECCIÓN	VOLUMEN EN CAMPO	VOLUMEN SIMULADO	GEH
1	1,2	144	130	1.19610072
2	3,4,5,6	624	534	3.74027236
3	7	31	29	0.36514837
4	8,9	38	28	1.74077656
5	9,10	487	450	1.7094127
6	11	49	41	1.19256959
7	12,13	126	122	0.3592106
8	14,15,16	505	497	0.35741364
9	16	48	39	1.36457648
10	17,18	238	235	0.19507683
11	19,20	305	293	0.69397792
12	20,21	83	75	0.90007032
GHE MEDIO				1.15

**Tabla 4: Calibración del modelo Experimentación**



**Figura 3: Indicadores de GEH**

La simulación se corrió durante un tiempo de 3600 segundos para analizar el comportamiento actual en comparación de los resultados en los diferentes escenarios de simulación. Dichos escenarios se crearon a partir de la reconfiguración el tiempo ciclo y de fase semafórico para determinar el mejor escenario que redujera los tiempos de espera y las colas en la intersección de estudio. En el primer escenario de simulación que se observa en la tabla 5. El tiempo total de espera en el nodo está representado por un tiempo de 153 segundos de ciclo en cada movimiento, por lo que con volúmenes de tránsito diario en hora punta (13:00 a 14:00) la cola máxima generada en cada carril tiene un promedio de 24 a 73 metros aproximadamente. En términos de paros totales se tiene un valor del 80% en todos los vehículos que interactúan en el nodo lo que genera un incremento en el uso de la vía, así como el consumo de combustible y emisiones al medio derivado de la aceleración y desaceleración de los vehículos.

ESCENARIO ACTUAL							
INTERVALO	DIRECCIÓN	MOVIMIENTO	QLEN MIN	QLENMAX	VEHDELAY(ALL)	STOPDELAY(ALL)	STOPS(ALL)
0-3600 Seg	Av. Mx-JP Norponiente a Sur poniente	↷	27.78	86.54	50.12	53.657997	74%
0-3600 Seg		→	27.78	86.54	45.23	58.159035	79%
0-3600 Seg		↶	29.19	86.54	53.25	64.459602	84%
0-3600 Seg	Av. Mx. JP. Sur poniente a Norponiente	↷	20.82	64.72	42.63	52.76725	68%
0-3600 Seg		→	19.45	64.96	42.89	47.431164	80%
0-3600 Seg		↶	20.82	64.72	45.2	46.652443	71%
0-3600 Seg	Av. Tecnológico dirección Tecnológico	↷	24.46	73.94	50.18	44.456577	85%
0-3600 Seg		→	24.51	73.02	47.16	51.584743	81%
0-3600 Seg		↶	24.51	73.02	44.2	46.804871	79%
0-3600 Seg	Av. Tecnológico dirección Salida- Autopista	↷	23.6	69.36	49.58	38.309155	74%
0-3600 Seg		→	24.03	71.56	54.99	48.36562	90%
0-3600 Seg		↶	23.6	69.36	48.48	38.552513	90%
MEDIAS DE COMPARACIÓN			24.21	73.69	47.83	49.27	80%

**Tabla 5: Salidas de escenario actual**

En la tabla 6, se muestra los cambios realizados en los ciclos semafóricos y de fase para cada uno del nodo que representaron el mejor escenario tomando en cuenta los volúmenes de tránsito por vía. Para los volúmenes de tránsito pesado en la dirección norponiente a sur poniente de la Av. México-Japón y Av. Tecnológico con dirección a Tecnológico se incrementó un tiempo fase en verde a 50 segundos y un tiempo de ciclo de 172 segundos. Los resultados obtenidos de la corrida de simulación durante un periodo de 3600 segundos con parámetros similares que

se efectuaron en la primera corrida donde se recreó la realidad se obtuvieron las salidas como se muestra en la tabla 7. Las salidas obtenidas en las colas simuladas se encontró un valor en el rango promedio de 24 a 68 metros en el nodo y un total promedio de paradas de 75% y un tiempo promedio de espera de 41 segundos por vehículo.

EXPERIMENTACIÓN DEL CICLO SEMAFORICO EN LA INTERSECCIÓN						
Descripción	Código de Semáforo	Luz de estado			Ciclo semafórico	
		V	A	R		
Av. Mx-Jp dirección Norponiente a Sur poniente	S1	50	3		119	172 Segundos
Av. Mx-Jp dirección. poniente a Sur poniente	S2	30	3		139	172 Segundos
Av. Tecnológico dirección Tecnológico	S3	50	3		119	172 Segundos
Av. Tecnológico dirección Salida	S4	30	3		139	172 Segundos

**Tabla 6: Experimentación del ciclo semafórico en la**

ESCENARIO MEJORADO							
INTERVALO	DIRECCIÓN	MOVIMIENTO	QLEN MIN	QLENMAX	VEHDELAY(ALL)	STOPDELAY	STOPS(ALL)
0-3600 Seg	Av. Mx-Jp Norponiente a Sur poniente	↶	21.06	76	46.07	43.86	84%
0-3600 Seg		→	26.33	75.28	37.08	39.1	68%
0-3600 Seg		↷	22.38	60.21	36.55	46.07	71%
0-3600 Seg	Av. Mx. JP. Sur poniente a Norponiente	↶	25.07	81.5	39.26	37.08	71%
0-3600 Seg		→	24.31	69.25	42.21	36.55	75%
0-3600 Seg		↷	25.07	58.25	39.96	39.26	73%
0-3600 Seg	Av. Tecnológico dirección Tecnológico	↶	24.21	54.1	37.08	42.21	79%
0-3600 Seg		→	24.84	68.35	42.82	39.96	74%
0-3600 Seg		↷	31.05	65.21	46.85	37.08	80%
0-3600 Seg	Av. Tecnológico dirección Salida- Autopista	↶	19.35	71	42.08	42.82	77%
0-3600 Seg		→	19.00	63.00	41.21	46.85	77%
0-3600 Seg		↷	19.35	84.00	43.86	42.08	74%
MEDIAS DE COMPARACIÓN			23.50	67.70	41.25	41.08	75%

**Tabla 7: Salidas de corrida en el escenario mejorado**

### Interpretación y documentación

En esta etapa se realizó el análisis de los datos para su interpretación. Los valores obtenidos en tiempo real en comparación de los resultados obtenidos en cada una de las simulaciones fueron comparados para analizar el comportamiento de cada una de las experimentaciones. El análisis se realizó comparando las salidas del software para determinar en qué momento el sistema se comportaba de mejor manera. Los datos obtenidos se documentaron con la finalidad de proporcionar información de las condiciones actuales de las intersecciones para hacer futuras investigaciones enfocadas a este sector.

### Resultados

Comparando los valores de la tabla 5 y 7 podemos interpretar que el tamaño mínimo de la cola se redujo en 1.2 metros que equivale a un 4.85%, el tamaño máximo de la cola se redujo un total de 5.99 metros lo que equivale a 8.12%, los tiempos de espera por ciclo y fase semafórica se redujeron un 13.75%, el tiempo de bloqueo promedio se redujo un 18.65 % por último el promedio de paradas se redujo un 5% con respecto del modelo original. (Ver figura 4 y 5)



**Figura 5: Tiempo de espera en la intersección**



**Figura 4: Cola generada en la intersección**

### Conclusiones

El estudio logró demostrar que la micro simulación aplicada en la ingeniería de tránsito se complementa de tal forma que se pueden reducir significativamente problemas derivados del tráfico vehicular. Uno de estos problemas son los tamaños de las colas y el tiempo de espera que se genera en la intersección durante horas punta. Este tipo de estudios son de gran impacto para la sociedad, debido a que todos los usuarios de estas vías resultan ser afectados por los tiempos de espera en cada nodo de una avenida. La micro simulación permite analizar a detalle los agentes que interactúan en toda la red por lo que este tipo de estudios se puede aplicar en diferentes intersecciones a lo largo de la ciudad e incluso del país lo que provocaría la eficiencia y mejora en la productividad de las redes vehiculares actuales. Es por este motivo que la micro simulación aplicada en el tráfico vehicular es de gran importancia para realizar análisis a mayor detalle que contribuyan a la planificación de proyectos para generar mejoras en una red vehicular o un nodo que presente indicadores de conflicto.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Banks, Jerry, John S. Carson II, Barry L. Nelson, and David M. Nicol. *Discrete-Event System Simulation*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- Barceló, Jaime. *Simulación de sistemas discretos*. Madrid: Isdefe, 1999.
- Bu, Raúl Coss. *Simulación un enfoque práctico*. México: Limusa Noriega Editores, 1993.
- Gross, Donald, John F. Shortle, James M. Thompson, and Carl M. Harris. *FUNDAMENTALS OF QUEUEING THEORY*. WILEY, 2008.
- Highways England. *Design manual for roads and bridges*. Norwich: The stationery office, 2011.
- Ian Thomson, Alberto Bull. "La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales." *CEPAL* 76, 2016: 110.
- Reyes Spindola, Rafeael Cal y Mayor, and James Cárdenas Grisales. *Ingeniería de Tránsito fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega, 1994.
- Transport for London. *Traffic Modelling Guidelines*. London: Transport for London, 2010.

# OBTENCIÓN DE INTENCIONALIDADES PARA ESTRATEGIAS DE DESARROLLO DE LA REGIÓN DE LA CAÑADA OAXAQUEÑA

Dr. Jesús Salvador Torales Iniesta<sup>1</sup>, Dra. Zulma Janet Hernández Paxtian<sup>2</sup> y Dra. Yannet Paz Calderón<sup>3</sup>

**Resumen**—El objetivo de la investigación se centró en conocer algunas características de las intenciones a corto plazo, de jóvenes estudiantes predominantemente de bachillerato y licenciatura, a fin de obtener información que oriente los trabajos de investigación y promoción al desarrollo del Cuerpo Académico UNCA-IADEX de la Universidad de la Cañada, ubicada en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, México. La primera aproximación, consideró identificar la intencionalidad de emigrar, estudiar ó iniciar un negocio. Para ello se aplicó un cuestionario a 170 jóvenes de diversas escuelas y localidades, concentrados en un evento universitario. En general, los resultados preliminares arrojaron que el 15% de los jóvenes reportó su intención de emigrar; 9% de ingresar a la educación superior; 70% consideró dejar la escuela por motivos económicos; y 76% se interesó en iniciar un negocio. En conclusión, se propone estrategia de educación superior enfocadas a reducir las cifras adversas.

**Palabras clave**— Oaxaca, UNCA-IADEX, Región Cañada, , Estrategias

## Introducción

La Región de la Cañada es una de las ocho regiones geográficas que conforman el estado de Oaxaca, México. Se ubica al norte del estado limitando con el Estado de Puebla; al oriente con la Región del Papaloapan; al sur con la Región de la Sierra Norte y la Región Valles Centrales, en donde se ubica la capital del estado; y al poniente con la Región Mixteca. Culturalmente en la Región de la Cañada conviven diversas etnias, tales como: Mazateca, Cuicateca, Ixcateca y Popoloca. Más específicamente la división geográfica comprende dos distritos rentísticos Teotitlán y Cuicatlán (ver ubicación geográfica en figura 1). El primero tiene 20 municipios; y su cabecera es el municipio de Teotitlán de Flores Magón. Por su parte el distrito Cuicatlán tiene 25 municipios cuya cabecera municipal es San Juan Bautista Cuicatlán.

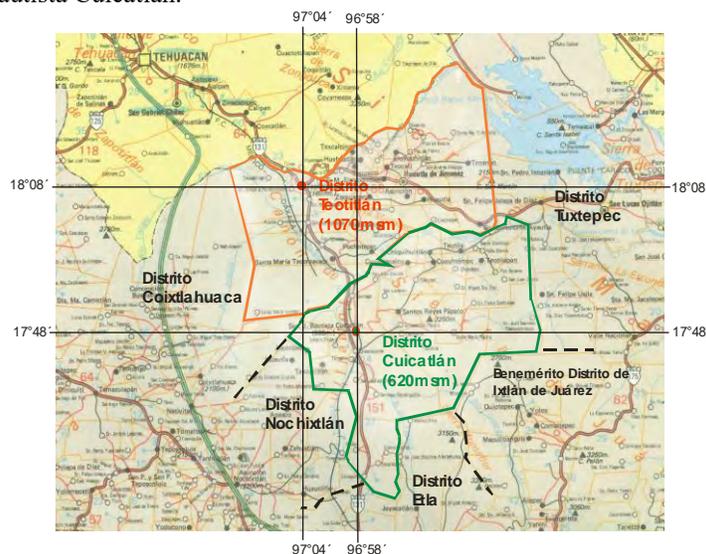


Figura 1: Ubicación geográfica del a Región de la Cañada con base a la Guía Roji Atlas de Carreteras. Las coordenadas son aproximadas (Palacios & Palacios, 2001)

<sup>1</sup>Dr. Jesús Salvador Torales Iniesta es Profesor Investigador de tiempo completo de las materias económico, administrativas y empresariales en la Universidad de la Cañada y Responsable del Cuerpo Académico UNCA-IADEX. Su línea de investigación es: “Desarrollo sustentable”. storales@msn.com

<sup>2</sup>La Dra. Zulma Janet Hernández Paxtian es Profesora Investigadora de tiempo completo de materias físico-matemáticas y tecnológicas en la Universidad de la Cañada; e integrante del Cuerpo Académico UNCA-IADEX. Su línea de Investigación es: “Modelación matemática, simulación y diseño de prototipos”. zpaxtian@hotmail.com

<sup>3</sup>La Dra. Yannet Paz Calderón es Profesora Investigadora de tiempo completo de las materias económico, administrativas y empresariales en la Universidad Tecnológica de la Mixteca y Responsable del Cuerpo Académico UTMIX-CA-30 – Educación, empresa y sociedad. Su línea de investigación es “Crecimiento económico y capital social”. ypaz@mixteco.utm.mx

De acuerdo al INEGI, en el 2015, el estado de Oaxaca se contabilizaron 3 millones 967 mil 889 habitantes: de los cuales, un millón, 888 mil 678 corresponden a hombres y dos millones 79 mil 211 a mujeres. Comparado con cifras del año 2000 en el que la población fue de tres millones, 438 mil 725, significa que en 15 años la población creció 15.4%, es decir, a un promedio de 1.0 % anual; cifra menor al 1.4% del promedio nacional que se registró del 2010 al 2015. De igual manera éste fenómeno no es ajeno a los Distritos Teotitlán y Cuicatlán de la Región de la Cañada oaxaqueña. La tabla 1, da cuenta de la dinámica poblacional respecto al despoblamiento del 50% de los municipios del Distrito Cuicatlán, así como el 44% de los municipios del Distrito Teotitlán, durante el periodo 2005-2015; destacan San Miguel Santa Flor con despoblamiento del 11. 7%, y Ocopetalillo con -11.9%

Como puede esperarse, es indiscutible que los procesos migratorios y la mortandad han influenciado significativamente al despoblamiento de localidades; así como a la presión del crecimiento poblacional de las ciudades receptoras, generando en ambas, distorsiones sociales, económicas y ambientales que es necesario prevenir. En éste sentido, el objetivo del presente trabajo se centra en identificar intencionalidades de la población; entendidas como la planeación de hechos con posibilidades de realizarse, a fin de identificar estrategias para su atención.

MUNICIPIOS DEL DISTRITO CUICATLÁN	HOMBRES (2005)	MUJERES (2005)	TOTAL 2005	TOTAL 2015	Diferencia 2015-2005	MUNICIPIOS DEL DISTRITO TEOTITLÁN	HOMBRES (2005)	MUJERES (2005)	TOTAL 2005	TOTAL 2015	Diferencia 2015-2005
Concepción Papalo	1,479	1,441	2,920	2,934	14	Eloxochilán de Flores Magón	1,936	2,106	4,042	4,135	93
Cuyamecalco Villa de Zaragoza	1,896	1,887	3,783	3,643	-140	Huautepyec	2,746	2,926	5,672	6,299	627
Chiquihuilán de Benito Juárez	1,093	1,275	2,368	2,251	-117	Huautla de Jiménez	14,918	16,911	31,829	31,551	-278
San Andrés Teotitlán	2,092	2,163	4,255	4,425	170	Mazatlán Villa de Flores	6,481	6,453	12,934	13,097	163
San Francisco Chapalupa	940	1,028	1,968	2,045	77	San Antonio Nanahuatipán	612	644	1,256	1,227	-29
San Juan Bautista Cuicatlán	4,437	4,744	9,181	9,945	764	San Bartolomé Ayautla	1,799	1,914	3,713	4,415	702
San Juan Bautista Tlacoatzintepec	1,061	1,180	2,241	2,178	-63	San Francisco Huehuetlán	548	703	1,251	991	-260
San Juan Tepeuxtlá	1,502	1,412	2,914	2,639	-275	San Jerónimo Tecoaatl	700	822	1,522	1,590	68
San Miguel Santa Flor	401	394	795	702	-93	San José Tenango	8,805	9,315	18,120	18,316	196
San Pedro Jaltepetongo	118	153	271	545	274	San Juan Coatzacoapam	993	1,026	2,019	1,808	-211
San Pedro Jocotipac	379	442	821	779	-42	San Juan de los Cués	1,217	1,230	2,447	2,444	-3
San Pedro Sochiapam	2,249	2,354	4,603	5,134	531	San Lorenzo Cuapeculitlán	379	359	738	807	69
San Pedro Teotitlán	2,051	2,088	4,139	4,232	93	San Lucas Zoquiapam	3,592	3,792	7,384	7,250	-134
Santa Ana Cuauhtémoc	367	416	783	727	-56	San Martín Toxpalan	1,733	1,862	3,595	3,787	192
Santa María Papalo	1,050	1,037	2,087	2,088	1	San Mateo Yoloxochilán	1,599	1,695	3,294	3,614	320
Santa María Texcatitlán	430	481	911	981	70	San Pedro Ocopetalillo	427	470	897	790	-107
Santa María Tlailixtac	771	797	1,568	1,635	67	Santa Ana Ateixtlahuaca	285	287	572	516	-56
Santiago Nacaltepec	941	1,026	1,967	1,785	-182	Santa Cruz Acatepec	623	678	1,301	1,548	247
Santos Reyes Papalo	1,292	1,355	2,647	2,600	-47	Santa María Chilchotla	10,109	10,468	20,577	20,328	-249
Valerio Trujano	677	825	1,502	1,371	-131	Santa María Ixcatlán	267	306	573	488	-85
<b>TOTALES</b>	<b>25,226</b>	<b>26,498</b>	<b>51,724</b>	<b>52,639</b>	<b>915</b>	Santa María la Asunción	1,452	1,771	3,223	3,237	14
						Santa María Tecomavaca	805	878	1,683	1,692	9
						Santa María Teopoxco	2,126	2,310	4,436	4,214	-222
						Santiago Texcalcingo	1,353	1,428	2,781	3,098	317
						Teotitlán de Flores Magón	4,161	4,514	8,675	9,876	1,201
						<b>TOTALES</b>	<b>69,666</b>	<b>74,868</b>	<b>144,534</b>	<b>147,118</b>	<b>2,584</b>

Tabla 1: Población de los municipios de los distritos Teotitlán y Cuicatlán pertenecientes a la Región de la Cañada. Obsérvese en tono café, los municipios con representación en la información de la encuesta. (INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010)

### Contexto

Generalmente es aceptado que el contexto físico de la Región de la Cañada, al igual que en cualquier región, modela las prácticas culturales, económicas y sociales en los habitantes: en este caso no es la excepción. La configuración del sistema fluvial esta asociado a la Cuenca del Río Papaloapan. De Norte a Sur fluyen las aguas del Río Salado en forma prácticamente paralela a la carretera 131, cruzando el Distrito Teotitlán. A pocos kilómetros en las cercanías del municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Los ríos Tomellín, Las Vueltas y el Río Grande vierten

sus aguas de Sur a Norte, y se mezclan con el Río Salado, que en conjunto conforman la corriente, con dirección Oriente, del Río Santo Domingo, que a su vez, es afluente del Río Papaloapan.

Acorde con la red hidrográfica y la zonas montañosas asociadas, es notable la diversidad de climas y la gran riqueza natural de la Región de la Cañada, lo cual dio sobrados motivos para que el “18 de septiembre de 1998, el ejecutivo federal suscribiera, a través de la declaratoria de la Región Tehuacán – Cuicatlán, como Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, con una superficie de 490,186-87- 54.7 Ha., (Diario Oficial de la Federación 18 de Septiembre de 1998). Esta declaratoria...no modificó los regímenes de propiedad en la región ya que no fue de carácter expropiatoria”. (CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) SEMARNAT, 1998)

El escritor cuicateco Gonzalo Ramón Martínez Morales, escribe que “no son ajenas las exploraciones, ...en las profundidades terrestres de Concepción Pápalo y Huautla de Jiménez, o los hallazgos de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, con una alta diversidad de flora y de fauna singularizando la región y colocándola en el más alto sitio en cuanto a sus reservas ecológicas. Tampoco es un secreto que la Región de la Cañada fue y ha sido gran productora de especies frutícolas como el mango, el melón, y chicozapote, y que a pesar de los años y la modernidad, conservan sus antiguas costumbres y tradiciones, empezando por la gastronomía”. (Martínez, 2008; Martínez, 2008).

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo *Los factores geográficos son relevantes para el desarrollo de una nación, ya que se pueden traducir en una barrera para la difusión de la productividad, así como para el flujo de bienes y servicios entre regiones. Las comunidades aisladas geográficamente en México son también aquellas con un mayor índice de marginación y pobreza*” y que la falta de capital humano no es sólo un reflejo de un sistema de educación deficiente, también es el resultado de una vinculación inadecuada entre los sectores educativo, empresarial y social. Igualdad de oportunidades para un México Próspero. La igualdad de oportunidades es fundamental para impulsar un México Próspero. (Gobierno de la República, 2013).

Respecto al desarrollo, Oaxaca se ha caracterizado por tener rezagos sociales y económicos que inciden significativamente en el desarrollo y bienestar de su población. De acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca, “una de las causas más importantes del rezago educativo en el estado de Oaxaca, se debe al acceso inequitativo de grupos sociales tradicionalmente vulnerables a los servicios educativos en la entidad, como el caso de los pueblos indígenas y las mujeres”. (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2011).

Es inevitable referir que los más recientes eventos derivados de la reforma educativa, mostraron la profundidad de los problemas sociales y deficiencias estructurales; que en cierta forma explican los niveles de pobreza “crónica” de su población y los fenómenos de migración. A lo anterior hay que agregar las grandes diferencias históricas de la producción primaria y secundaria respecto a la terciaria; que en cierta forma dan cuenta de las profundas deficiencias de la distribución de los recursos, oportunidades de desarrollo y transparencia administrativa. En el mismo Plan Estatal (apartado 2.1.1), se menciona que el Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE) señaló que Oaxaca ocupó el sitio 32 de las entidades federativas en materia de transparencia del Poder Ejecutivo del Estado; y el 30 en el Poder Legislativo.

### Descripción del Método

El componente descriptivo de la encuesta buscó identificar intencionalidad la situación en que se encuentra la población al momento de aplicar la encuesta. La población encuestada se caracterizó por ser predominantemente estudiantes de nivel bachillerato y universitario con edades entre 15 y 24 años que viven en los Distritos de Teotitlán de Flores Magón y Cuicatlán, perteneciente a la Región de la Cañada del estado de Oaxaca; no obstante la participación incluyó, en menor medida, a población de otras Regiones del estado de Oaxaca y municipios del estado de Puebla.

En éste ejercicio también se aplicó a una minoría de personas de mayor edad, de diversas situaciones de escolaridad, sexo y actividad económica; no obstante no se hizo distinción en el procesamiento de datos, debido a su escasa representatividad.

Por su contenido; el cuestionario que se aplicó, se puede clasificar como politómico (con más de dos opciones) y continuo (con respuestas en escala continua limitada). Por su parte, el modo de administrar el cuestionario fue el conocido como “papel y lápiz”; con la población concentrada en el auditorio de la Universidad de la Cañada, aprovechando la audiencia del Seminario de Divulgación Científica UNCA-IADEX, ofrecido por el Cuerpo Académico UNCA-IADEX de la Universidad de la Cañada, en el marco de la Semana Nacional de Ciencia, Tecnología. La aplicación del cuestionario comprendió: *prueba piloto* previa, exposición de objetivos que pretende y presentación del documento y explicación de llenado. Complementariamente se atendieron dudas y se realizó supervisión de llenado para propiciar condiciones de respuestas estrictamente personales.

Con la finalidad de identificar la intencionalidad asociados a diversos problemas e ideas para el desarrollo sustentable y sostenible, y lograr propuestas multidisciplinarias, en el diseño del cuestionario intervinieron Profesores Investigadores que integran el Cuerpo Académico UNCA-IADEX de la Universidad de la Cañada ubicada en Teotitlán de Flores Magón, es decir, en la población reconocida como cabecera distrital de la Región de la Cañada de oaxaqueña. El contenido del cuestionario relacionado a éste trabajo se muestra en la tabla 2.

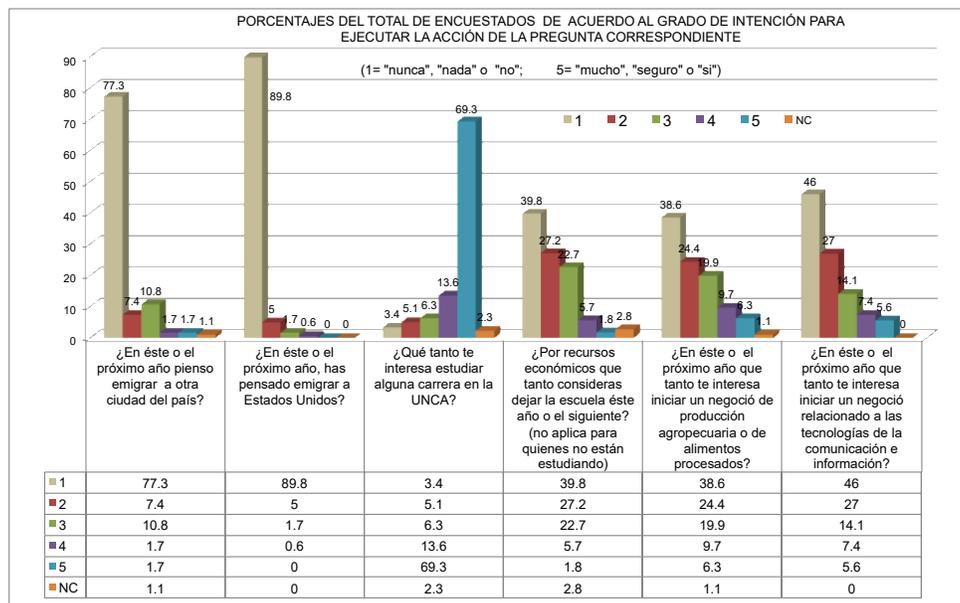
Marque la opción adecuada conforme a la siguiente escala o su equivalente: <i>1 nunca, nada, no; 2 rara vez, por excepción; 3 a veces. en ocasiones; 4 casi siempre, con frecuencia; 5 mucho, seguro, siempre, si</i>					
1.- ¿En éste o el próximo año, piensas emigrar a otra ciudad del país?	1	2	3	4	5
2.- ¿En éste o el próximo año, has pensado emigrar a Estados Unidos?	1	2	3	4	5
3.- ¿Qué tanto te interesa estudiar alguna carrera en la UNCA?	1	2	3	4	5
4.- ¿Por recursos económicos que tanto consideras dejar la escuela éste año o el siguiente? (no aplica para quienes no están estudiando)	1	2	3	4	5
5.- ¿En éste o el próximo año que tanto te interesa iniciar un negocio de producción agropecuaria o de alimentos procesados?	1	2	3	4	5
6.- ¿En éste o el próximo año que tanto te interesa iniciar un negocio relacionado a las tecnologías de la comunicación e información?	1	2	3	4	5

Tabla 2: Cuestionario aplicado para medición de intencionalidad

Cabe mencionar que las seis preguntas consideradas en éste trabajo, corresponden a un segmento del cuestionario realizado, y que la población que respondió las preguntas son residentes de municipios de los distritos Teotitlán y Cuicatlán de la Región Cañada, así como de otras Regiones del estado de Oaxaca; incluso del estado de Puebla: vecino del Municipio de Teotitlán de Flores Magón.

### Resultados

Para obtener un resultados generales, en total se procesaron seis respuestas con cinco opciones de 170 cuestionarios. La figura 1, muestra las respuestas totales que se obtuvieron, es decir de los 170 cuestionarios aplicados. Ver gráfica 1. Como se puede observar, la intencionalidad de emigrar hacia otra ciudad del país, así como a Estados Unidos es la diferencia de las cifras mostradas ya que la respuesta es en sentido negativo, en éste caso, es de 23.7% y 10.2% lo cual puede considerarse alto y en línea al escaso crecimiento poblacional. Adicionalmente se muestra que hay relación de intencionalidad general de emigrar, con la intencionalidad de iniciar un negocio; sin embargo no es posible asegurar con precisión si el negocio lo establecerían en el lugar de origen.

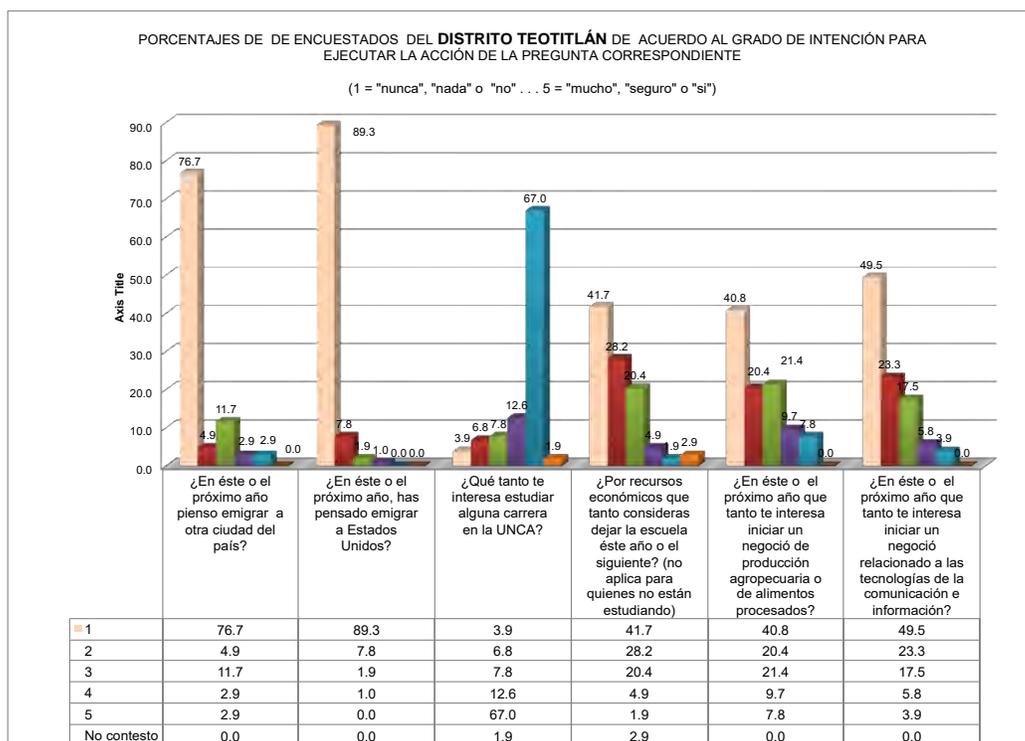


Gráfica 1: Resultados estadísticos generales

Para fines enfocados al análisis de la Región de la Cañada, se filtraron, en primera instancia las respuestas de los no residentes, quedando sólo las respuestas de residentes de los distritos Teotitlán y Cuicatlán; sin embargo, éste último mostro escasa representatividad (ocho participaciones), por lo que finalmente se consideró solo el Distrito de Teotitlán, por la significativa cantidad de 103 cuestionarios respondidos, considerados en éste trabajo. No obstante en la tabla se muestran ambos Distritos.

Como es lógico suponer, la mayor parte de cuestionarios fueron respondidos por residentes en el Distrito Teotitlán. La proporción de la cantidad de respuestas fue de 60.6% del total, lo cual corresponde a los 103 cuestionarios respondidos. Los resultados obtenidos son muy próximos a los arrojados con 170 cuestionarios, lo cual muestra gran representatividad e influencia del Distrito Teotitlán respecto a la Región de la Cañada. Como se puede observar en la gráfica 2, en el caso de intencionalidad relacionada a estudiar una carrera en la Universidad de la Cañada, la respuesta 5 alcanzo el máximo nivel en 67%. En contraparte, la respuesta uno, relacionada a la deserción por problemas económicos fue de 41.7%. Esto conlleva que el 58.3% correspondiente, refleja una intención, de moderada a alta, de abandonar la escuela en la que estudian por falta recursos económicos; de éste porcentaje el 6.8% está prácticamente decidido a abandonarla.

En cierta forma la pregunta relacionada a iniciar un negocio de producción agropecuaria o alimentaria, tiene coincidencia con la respuesta anterior, en el sentido de que el porcentaje de jóvenes con intención de no abandonar la escuela, sobre todo los que eligieron las opciones 2 y 3, suman 41.8%, ya que corresponden al rechazo de ambos. En contra parte, la pregunta respecto a la intención de iniciar un negoció relacionado a las tecnologías de la información es más rechazado que la opción agropecuaria o de alimentos.



Gráfica Resultados sólo de encuestados del Distrito Teotitlán

### Estrategia de Desarrollo

Es indiscutible que la educación es el principal factor de desarrollo humano; y por tanto un elemento fundamental para el desarrollo Regional, en éste caso de la Región de la Cañada, en cuanto a mejorar las perspectivas de desarrollo de los jóvenes en sus propias localidades. Para ello, en éste trabajo se coincide plenamente con que la principal estrategia estatal para estos fines, la constituye la creación de las universidades públicas que integran el Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEO), fundado por el Dr. Modesto Seara Vázquez, y *“creadas para servir de instrumentos culturales de transformación del entorno social”*. Dichas universidades están distribuidas en las ocho Regiones del Estado. Con base al propio Dr. Seara, los objetivos esenciales que se persiguen son: descentralizar la educación superior para evitar la concentración de recursos académicos y científicos en zonas que se van fortaleciendo desproporcionadamente y diferenciándose de modo creciente del resto

*del país; prevenir la descapitalización humana de las regiones más desfavorecidas, que por falta de oportunidades educativas ven partir a las generaciones de jóvenes, en una edad que facilita su desarraigo permanente, por los lazos afectivos y sentimentales y de intereses que se producen en el lugar de residencia, y vuelve prácticamente imposible su recuperación, con los efectos lógicos en una sociedad que pierde a sus generaciones de jóvenes; mejorar el conocimiento de los recursos económicos de la región de que se trate, para establecer las bases de un desarrollo económico y social firme; formar líderes sociales en los ámbitos público y privado; introducir una élite profesional en una sociedad que carece de ella, para que sirva de catalizador de la transformación; mejorar la competitividad cultural de la zona de influencia...al combinar la recepción de ideas y conceptos modernizadores, con la conservación y el reforzamiento de los valores propios; contribuir, en un mundo globalizado, a la competitividad de la economía de Oaxaca y de México, buscando los más altos estándares de calidad en la enseñanza y la investigación, sin ningún tipo de absurdos complejos de inferioridad". (Seara, 2010).*

### Comentarios Finales

El estudio de intencionalidad puede ser un instrumento de prevención en el diseño de las políticas públicas de México, de tal forma que proporción elementos que orientan los trabajos de promoción al desarrollo de las instituciones. A criterio del autor, el presente estudio contempló sólo el segmento más significativo del cuestionario original, no obstante se contemplaron elementos del mismo, a fin de interpretar los resultados con mayor certeza.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que la migración hacia Estados Unidos y las ciudades del país, son factores que frenan o desvían los efectos individuales de los programas sociales, en el sentido de que aún con los apoyos obtenidos, los jóvenes no desisten de su intención de emigrar, y fracturan la estructura familiar, por lo que es necesario fortalecer el arraigo.

Tanto los resultados generales como los específicos del Distrito Teotitlán muestran que existen cifras importantes de jóvenes con barreras de desarrollo humano asociados a los rezagos sociales, que de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 implica *"un capital humano poco productivo y un menor potencial de crecimiento en el mañana. La existencia de un joven sin esperanza ni futuro es el camino más seguro para la reproducción intergeneracional de la pobreza y augura un escenario de mayor inseguridad y falta de cohesión social"* (Gobierno de la República, 2013). El mismo documento señala que *"es fundamental atender el creciente número de jóvenes que no estudian y no trabajan, además de diseñar intervenciones específicas de política pública enfocadas a mejorar su calidad de vida y sus oportunidades"*. Debe reconocerse que es una labor del gobierno que requiere la participación de los padres y la sociedad en su conjunto.

Se considera que los elementos importantes para fortalecer el arraigo, son la educación y la generación de negocios. De acuerdo a los resultados, los jóvenes tienen interés en incorporarse a la Universidad de la Cañada, así como de realizar negocios de producción agropecuaria, de alimentos procesados y de servicios relacionados a las tecnologías de la información; especialidades ofrecidas por dicha institución.

Debido a que el cuestionario fue aplicado en condiciones de concentración de los encuestados en el auditorio universitario ubicado en el municipio de Teotitlán de Flores Magón, se recomienda considerar que los participantes son predominantemente del Distrito Teotitlán. Para el caso del Distrito Cuicatlán, se debe tomar con reserva cualquier proyección.

### I. REFERENCIAS

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) SEMARNAT. (18 de 09 de 1998). [http://tehuacan-cuicatlan.conanp.gob.mx/situacion\\_legal.php](http://tehuacan-cuicatlan.conanp.gob.mx/situacion_legal.php). From Reserva de la Biosfera Tehuacán - Cuicatlan.

Seara, V. M. (2010). Un Nuevo Modelo de Universidad: Universidades para el desarrollo. (U. T. Mixteca, Ed.) Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Gobierno del Estado de Oaxaca. (2011). Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2011-2016. 6.2 *Educación Factor de Progreso*, 253. (G. d. Oaxaca, Ed.) Oaxaca: Gobierno del Estado de Oaxaca.

Gobierno de la República. (2013). Plan Nacion de Desarrollo 2013-2018. *México Próspero*, 17. (G. d. República, Ed.) México: Gobierno de la República.

Gobierno de la República. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. II. *México Incluyente*, 45. México: Gobierno de la República.

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Anuario Estadístico de Oaxaca 2010* (2001 ed., Vol. Tomo 1). (INEGI, Ed.) Oaxaca, México/Oaxaca: INEGI.

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.). *INEGI*. (INEGI, Productor, & INEGI) From Número de habitantes. Oaxaca - Cuentame INEGI: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/>

Martínez, M. G. (2008). *San Juan Bautista Cuicatlán "tierra del canto" Historia y Geografía*. Oaxaca de Juárez, Cuicatlán, México: Imprenta "Santos".

Palacios, R. A., & Palacios, R. J. (2001). *Guía Roji Gran Atlas de Carreteras 2001*. (S. d. Guía Roji, Ed.) D.F., México: Guía Roji, S.A de CV.

# CAP-RA (CONSTRUCCION Y PROGRAMACION DE UN BRAZO ROBOTICO UTILIZANDO IMPRESORA 3D)

Toribio Candela Maricarmen, Herrera Pimber Guadalupe,  
Dra. Martínez Arroyo Miriam, Dr. De La Cruz Gámez Eduardo

**Resumen**— En la actualidad los robots se construyen para mejorar la eficiencia de diferentes actividades que al ser humano le son complicadas (por ejemplo: el cargar objetos pesados), por tal motivo se utilizan robots que ayudan a disminuir la carga, la probabilidad de un accidente y a obtener un mejor resultado en la producción, mejorando la calidad y la productividad del ser humano en la realización de las labores en la empresa o institución. Generar este tipo de robots suele ser muy costoso, por lo que, en el Instituto tecnológico de Acapulco se está tratando de generar nuevas ideas, implementando el conocimiento que se adquiere en las aulas. Por tal motivo nos enfocamos en la construcción del prototipo de un brazo robótico utilizando plantillas de una impresora 3D, con el propósito de manipular un conjunto de servomotores mediante el uso de un microprocesador Arduino, para imitar el movimiento de un brazo humano.

**Palabras clave**— Robótica, Programación, Servomotores, Prototipo, Cinemática, Grados de libertad.

## Introducción

La robótica es la ciencia y la tecnología de los robots. Se ocupa del diseño, manufactura y aplicaciones de los robots. Combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control. Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables y las máquinas de estados.

(A. Barrientos, 2007)

En el Instituto tecnológico de Acapulco se está tratando de generar nuevas ideas, implementando el conocimiento que se adquiere en las aulas. Pero para llevar a cabo dicha labor necesitamos desarrollar nuestras aptitudes de forma práctica, por tal motivo nos enfocamos a la construcción de este brazo robótico, y en todos los tópicos que tenemos que profundizar para lograrlo.

Un brazo robótico se puede definir como el conjunto de elementos electromecánicos que propician el movimiento de un elemento terminal (tenaza o herramienta). La constitución física de los mismos tiene cierta similitud con la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano como se muestra en la figura 1, por lo que, en ocasiones, para hacer referencia a los distintos elementos que componen al robot, se usan términos como: cintura, hombro, brazo, codo, muñeca, etc.

(Martinez A. Gloria, 2008)

En la actualidad muchas fábricas utilizan robots para el ensamblaje de sus productos, ya que la eficiencia en producción que se logra es muy alta. El campo de la robótica es desarrollado en Universidades, muchas de estas tienen laboratorios con robots de varios tipos, los cuales sirven para enseñar al alumno de una manera didáctica el funcionamiento de cada uno de estos. En la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del instituto tecnológico de Acapulco no cuenta con laboratorios capacitados para el desarrollo de los brazos robóticos.

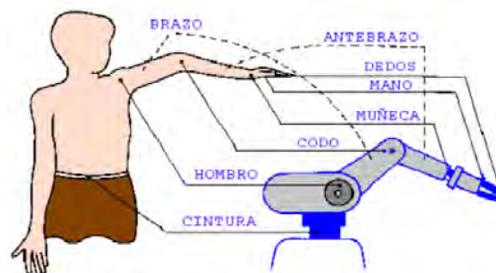


Figura 1: Similitud entre la constitución física entre brazo robótico y humano.

Con el diseño y la implementación del brazo Robótico Antropomórfico que se encuentra en desarrollo, se podrá tener una gama de brazos robóticos en uso para el laboratorio de la Institución, la cual garantizará un mejor aprendizaje para los estudiantes de este Instituto.

### *Impresora 3d:*

En los últimos años la tecnología ha tenido avances considerables en el desarrollo de maquinaria, software y equipos, así como en la interacción entre ellos facilitando la manufactura de objetos y productos. Estos equipos han resultado útiles cada vez más en la elaboración de prototipos y productos de difícil manufactura, muestra de ello son las impresoras 3D.

Aunque la impresión 3D es aún poco conocida, la producción automatizada de objetos a partir de un diseño informático en 3D no es algo nuevo. Las máquinas fresadoras de control numérico computarizado (CNC) existen desde los años cincuenta y el sistema más antiguo, la estereolitografía, fue inventado en 1986. Sin embargo, a partir de ese momento se han desarrollado nuevas tecnologías para imprimir en una amplia variedad de materiales y colores, además de diversos acabados. A escala industrial, las nuevas tecnologías permitirán a los fabricantes imprimir cada vez con más materiales.

La impresión tridimensional (3DP) es una de las técnicas más recientes de modelado. Fue desarrollada por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), el proceso fue posteriormente licenciado a Z Corporation para aplicaciones de creación de prototipos y a ProMetal para herramientas. La creación de nuevos equipos ha permitido el desarrollo de impresoras 3D lo bastante baratas para el usuario doméstico, además, los sistemas cada vez son más amigables con el usuario, lo que podría hacer que estos lleguen a ser tan habituales como cualquier otra impresora de inyección de tinta normal.

Una impresora es una máquina que, conectada a un ordenador electrónico, imprime los resultados de las operaciones, en su más simple acepción según la Real Academia Española. Para fines prácticos definiremos una impresora 3D como una máquina capaz de crear objetos sólidos a partir de modelos creados por ordenador. La impresión 3D es un término que se ha acuñado en los últimos años; sin embargo, la historia de las impresiones 3D inició en 1976 cuando se inventó la impresora de tinta.

A la impresión 3D también se le denomina fabricación aditiva, porque funciona añadiendo material nuevo en capas. Hay diferentes tecnologías en función del material con el que se quiera crear. Incluso se pueden crear objetos a todo color empleando impresoras de cama de polvo

Hasta el momento, las tecnologías de prototipado están basadas en los cinco siguientes procesos de manufactura:

- Proceso de curado o “curing process”: en donde un polímero foto-sensible es expuesto a una fuente de luz para endurecer al polímero.
- Proceso de laminado o “sheet process”: en donde hojas finas de material son cortadas para dar forma y apiladas una encima de la otra.
- Proceso de dispensación o “dispensing process”: en donde un material es derretido y luego depositado ya sea como un filamento caliente o como gotas individuales calientes.
- Proceso de sinterizado o “sintering process”: en donde un material en polvo es sinterizado utilizando una fuente de calor, habitualmente un rayo láser.
- Proceso de unión o “binding process”: en donde un líquido aglutinante es depositado en un material en polvo para aglomerar el polvo.

(MORALES, 2015)

Uno de los materiales que utiliza la impresora 3D es PLA (material biodegradable) principalmente es más usado por su facilidad de uso en la impresora de piezas. Teniendo en cuenta que es un filamento relativamente más frágil que el ABS y debido a sus propiedades, la manipulación posterior de las piezas impresas es mucho más limitada que con el ABS. Al contrario del ABS, este polímero (ácido poliláctico) es biodegradable ya que es fabricado a partir de materias primas renovables (almidón de maíz). Una de sus características principales es su leve encogimiento luego de la impresión 3D, razón por la cual las plataformas calientes no son necesarias en la impresión utilizando el modelado por deposición fundida (FDM) (a 185C) y se obtienen piezas de mejor precisión. Gracias a su carácter no tóxico, este material es usado generalmente para la fabricación de objetos que entran en contacto con alimentos, pero se debe asegurar que la estructura sea en acero inoxidable. En comparación con el ABS, el PLA es más difícil de manipular dada su elevada velocidad de enfriamiento y solidificación. Este también puede deteriorarse y estirarse al contacto con el agua. Sin embargo, este material, en general translúcido, es utilizado por la MakerBot Replicator 2 y la CubeX y acepta todo tipo de terminación en varios colores. (3D, s.f.)

### **Descripción del Método**

Considerando que la mayoría del equipo robótico dentro de un área académica y de investigación son de tipo industrial o comercial, se sigue una metodología de diseño específico y construcción de un brazo robótico, al cual

se le denomina CAP-RA, el cual permite mostrar las ventajas dentro de lo económico y lo práctico para implementar tecnología propia, mostrando también que su modelado cinemático y sus principales especificaciones se pueden obtener de manera sencilla y que pueden estar están fundamentadas de manera confiable.

Como se ha mencionado anteriormente el proyecto se basa en utilizar la impresora 3D para reducir el costo de la construcción del prototipo, por lo que, se realizó primero la impresión de las planillas, el material que se utilizó para impresión es un material llamado PLA (es un plástico muy resistente).

#### *Proceso de impresión:*

Independientemente del modelo de impresora, el proceso de impresión generalmente sigue los siguientes pasos:

1. Creación del modelo 3D usando un software de ayuda por computador (CAD). El software provee de imágenes donde se puede comprobar la integridad estructural de lo que se espera sea el producto final, usando simulaciones bajo ciertas condiciones.
2. Se convierte el dibujo en CAD a formato STL. Este formato (acrónimo de standard tessellation language), es un formato de archivo desarrollado por "3D Systems" en 1987 para máquinas de estereolitografía.
3. Se transmite el archivo STL al computador que está conectado a la impresora 3D. En él se determina el tamaño y la orientación de la pieza.
4. Se prepara la máquina con el plástico.
5. Se espera a que la máquina imprima la pieza. El proceso es prácticamente automático. El grosor de cada capa es aproximadamente 0.1 mm, aunque se puede regular. Dependiendo de la máquina o los materiales usados, el proceso puede requerir más o menos horas.
6. Se retira el objeto respetando un tiempo de espera para que la plataforma de impresión no siga calentando.

#### *Diseño y posición de las planillas del brazo robot:*

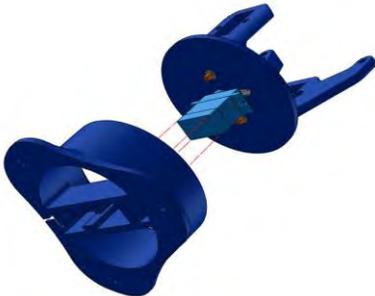


Figura 2: Base rotatoria.

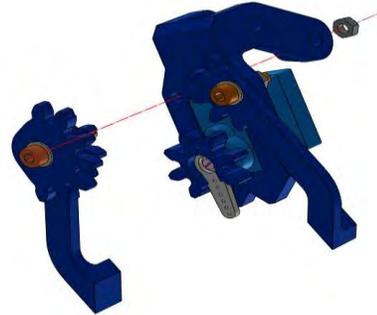


Figura 3: Pinzas de agarre.



Figura 4: Posición de los servomotores en las articulaciones.



Figura 5: Posición de Base rotatoria, Pinzas de agarre y Articulaciones.

Al finalizar el proceso de impresión se procedió a construir el brazo ensamblando las partes impresas y los servomotores que conforman el brazo utilizando 6 tornillos, para darle al brazo una mayor estabilidad.

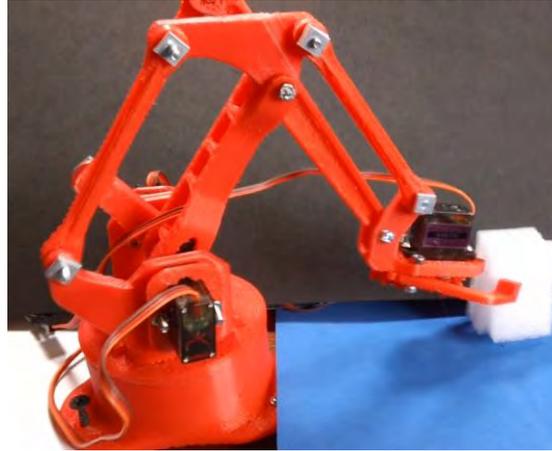


Figura 6: Brazo construido.

*Material utilizado:*

Los servomotores que se utilizaron fueron 4 de tipo MG90S. Es un servomotor de gran calidad y económico, cuenta con engranes metálicos lo que lo hace más resistente y funciona con la mayoría de las tarjetas electrónicas de control. Por tal motivo es ideal para este tipo de proyectos. Tiene un rango de rotación de 180°.



Figura 7: Servomotores MG90S.

Para el control del brazo se optó por utilizar Arduino UNO.

Arduino es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC. Un Arduino dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida. Cada uno de los 14 pines digitales se puede usar como entrada o como salida. Funcionan a 5V, cada pin puede suministrar hasta 40 mA. La intensidad máxima de entrada también es de 40 mA. Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia de pull-up interna de entre 20K $\Omega$  y 50 K $\Omega$  que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario. Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que trasladan las señales a un conversor analógico/digital de 10 bits. (Blog, 2013)



Figura 8: Placa de Arduino UNO.

Para desarrollar el programa que se encarga de ordenar indicaciones a los servomotores, se realizó haciendo uso del entorno de programación propio de Arduino y se transferirá a la tarjeta haciendo uso de un cable USB. Ya que el voltaje que proporciona la USB a la tarjeta no es suficiente para mover al brazo se empleó una fuente de voltaje externa de una capacidad de 5V.

El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Las placas pueden ser hechas a mano o comprarse montadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta, así pues eres libre de adaptarlos a tus necesidades.

Lo primero que se realiza para configurar la placa Arduino, es configurar la comunicación entre la placa y la PC. Se utilizó un programa que es muy fácil para hacer unas pruebas rápidas que es S4A es para arduino, para que funcione S4A hay que hacer dos cosas, uno es mantener conectado el arduino y la segunda es debemos cargarle un firmware, es decir un programa que está corriendo localmente todo el tiempo todo el tiempo en el arduino para que funcione S4A.

Se procede a ingresar al programa y se realiza la configuración y desarrollo del programa. Dentro de la configuración del arduino se indican las teclas que harán que el brazo tenga movimiento, pero debido al exceso de botones y de recursos utilizados para leer un teclado de este tipo, procedemos a diseñar un teclado simple, con el número de botones que se ocuparan uno para cada opción del brazo robótico.

El Arduino se encarga de interpretar los movimientos que la computadora solicita y se los transmite de una manera interpretada a los servomotores, el servomotor se encarga de recibir estas señales mediante pulsos y ejecuta los movimientos de cada articulación del brazo de acuerdo a la indicación que le mande la placa de arduino.

No hay que olvidar que una parte esencial para controlar la estructura de un robot, es el modelo cinemático, este modelo nos sirve para conocer la relación que hay entre la rotación de los actuadores y la posición y orientación del actuador final.



```
proyectoBrazo Arduino 1.5.8
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda

proyectoBrazo $

//Declaracion de los pines para los motores, se necesitan dos pines por
//cada motor para controlar las direcciones de cada motor//
int hombroAd = 2;
int hombroAt = 3;
int codoAd = 4;
int codoAt = 5;
int pwa = 13;
int muñecaAd = 6;
int muñecaAt = 7;
int giroA = 8;
int giroB = 9;
int pwm1 = 12;
int pinzasA = 10;
int pinzasC = 11;
int pwm2 = A0;

//Funcion principal
void setup() {
  pinMode(hombroAd, OUTPUT); //Funcion que le manda a la salida donde se conecta el brazo
  pinMode(hombroAt, OUTPUT);
  pinMode(codoAd, OUTPUT);
  pinMode(codoAt, OUTPUT);
  pinMode(pwa, OUTPUT);
  pinMode(muñecaAd, OUTPUT);
  pinMode(muñecaAt, OUTPUT);
  pinMode(giroA, OUTPUT);
  pinMode(giroB, OUTPUT);
  pinMode(pwm1, OUTPUT);
  pinMode(pinzasA, OUTPUT);
  pinMode(pinzasC, OUTPUT);
  pinMode(pwm2, OUTPUT);
}
```

Figura 9: Código en Arduino



Figura 10: Conexión del Circuito

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En la implantación de las partes del brazo se consideró lo siguiente: en la construcción de la estructura se utilizaron planillas para la impresión 3D, una impresora 3D el modelo que se utilizó fue Prusa id3, 4 servomotores MG90S

para las articulaciones y para la pinza. Para las conexiones se utilizó un protoboard y cable jumper M-M. Para el agarre se usaron engranes conectados al servomotor y se programó con Arduino. Para la alimentación eléctrica se utilizó una fuente de 5V para un protoboard y un adaptador de corriente eléctrica de 9V.

### Conclusiones

Al realizar este proyecto, se entendió mejor el funcionamiento del brazo, así como la utilización de diferentes programas de diseño 3D como CAD y lenguajes de programación como Arduino el cual se utilizó para configurar la placa. La utilización de la impresora 3D nos ayudó a reducir los costos en la construcción del producto.

El material que se utilizó para impresora es muy resistente a temperaturas bajo cero, absorbe poca agua y es recubierto por capas por lo cual ayuda a darle una mayor durabilidad a nuestro prototipo, no se necesita cubrir con ningún otro material para protegerlo por lo que facilitó su construcción y fue una manera económica y sencilla de realizar el brazo. El formato o extensión que se utilizó para las planillas es “.stl”( es un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define la geometría de los objetos 3D).

### Recomendaciones

- Para la programación de Arduino se recomienda que empiece a probar los servomotores uno por uno, es decir que primero se mueva un servomotor y sucesivamente se lleguen a mover todos los servomotores.
- No exceder el límite de rotación a un ángulo mayor de 180° en los servomotores porque se podrían dañar los engranes internos.
- Una recomendación en general es que, si no se tiene experiencia en el uso de programas de diseño mecánico, solicitar cualquier tipo de asesoría es de mucha ayuda ya que existen programas muy completos que pueden, con las simulaciones adecuadas, revelar problemas o inconvenientes que a simple vista no se observan.

### REFERENCIAS

- 3D, i. (s.f.). *impresoras 3D.com*. Obtenido de <https://impresoras3d.com/blogs/noticias/102832135-el-material-de-impresion-abs-y-sus-caracteristicas>
- A. Barrientos, L. P. (2007). *Fundamentos de Robotica*. McGraw-Hil.
- Blog, R. (2013). *el blog de rosi*. Obtenido de Ciclos Formativos a Distancia: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%C3%ADsticas-Arduino.pdf>
- Franciscone, C. (s.f.). *thingiverse*. Obtenido de <https://www.thingiverse.com/thing:1015238>
- Martinez A. Gloria, J. O. (2008). *REVISTA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y COMPUTACION*.
- MORALES, G. E. (AGOSTO de 2015). IDENTIFICACIÓN Y DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIO PARA IMPRESIONES 3D. *TESIS*. MÉXICO, DF.
- Tecnopura. (s.f.). *Tecnopura*. Obtenido de <http://www.tecnopura.com/producto/fuente-de-alimentacion-para-protoboard-5v-3-3v-arduino-pic/>

### Notas Biográficas

**Maricarmen Toribio Candela** es estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

**Herrera Pimber Guadalupe** es estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

La **Dra. Miriam Martínez Arroyo**, es Ingeniera en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Acapulco. Maestría y Doctorado por el Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca. Profesora investigadora del departamento de Posgrado del Instituto Tecnológico de Acapulco.

El **Dr. Eduardo de la Cruz Gámez**, es profesor investigador de tiempo completo del Departamento de Posgrado del Instituto Tecnológico de Acapulco. Egresado del Instituto Tecnológico de Acapulco como Ingeniero en Sistemas Computacionales. Maestría y doctorado por la Universidad Central Marta Abreu de las Villas en Cuba.

# USO DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE LENGUA DE SEÑAS MEXICANA

M.C. Sara Torres Álvarez<sup>1</sup>, Ing. Ignacio Javier Vázquez Cuevas<sup>2</sup>,  
C. Jesús Arnulfo Valencia Arellano<sup>3</sup> y C. Manuel Rodolfo Vázquez Tapia<sup>4</sup>

**Resumen**—La realidad Aumentada (RA) consiste en sobreponer objetos o animaciones en tiempo real, sobre una imagen captada por una cámara web. Esta área ha tenido gran uso en la enseñanza, porque muestra de manera dinámica un contenido. Este documento presenta el uso de la RA para la enseñanza de lenguaje de señas, usando un avatar como interprete, para lo cual se desarrolló una aplicación hecha con *Kinect*, *Unity* y *Vuforia*, que funciona en dispositivos móviles. Se toma como ejemplo el campo semántico “animales” para transformarla en la seña correspondiente según la Lengua de Señas Mexicana.

Aprovechando el uso generalizado de los dispositivos móviles, se creó esta aplicación para facilitar el aprendizaje de señas, para promover la inclusión de estudiantes sordos a la educación. Al utilizar la app se observó gran interés en los estudiantes y el maestro de lenguaje de “Manitas que hablan”, y los oyentes imitaban al avatar traductor.

**Palabras clave**—Realidad Aumentada, App, Kinect, Avatar y Educación Inclusiva.

## Introducción

México se considera un país incluyente, donde toda la población tiene acceso a educación gratuita en todos los niveles de estudio, el grado de escolaridad del país se esperaría que fuera mayor al reflejado en el Censo de Población y Vivienda 2010. A pesar de esto, las estadísticas que muestran el grado de escolaridad de la población sin ninguna discapacidad, indican que solo el 16.5% tiene estudios de Licenciatura, Maestría o Doctorado. En el caso de la población con algún problema de discapacidad, la información recabada es poca y muestra cifras menos favorables, pese a que el porcentaje de personas con discapacidad representa el 5.1% del total de la población del país (Inegi 2010).

Tanto la legislación internacional (Unesco 2009) como la nacional con la norma NMX-R-050-SCFI-2006, garantizan el derecho de las personas con discapacidad a la educación (Diario Oficial 2007), pero en la práctica es distinto porque para las instituciones educativas atender estudiantes con problemas de audición, representa un gran reto, si bien los Centros de Atención Múltiple (CAM) atienden estudiantes con problemas de lenguaje, audición entre otros (Secretaría 2012), pero se limitan a dar educación básica, dificultando el acceso a la educación superior, condenando a los sordos a desarrollar trabajos de técnico en el mejor de los casos (Morales 2001) y alejando la posibilidad mejorar su condición de vida.

En México existen casi un millón de personas con limitaciones para hablar o escuchar que representan a menos del 1% de la población (Inegi 2010), pero es necesario que los alumnos sordos estén en contacto con la lengua escrita para formarse como verdaderos lectores por lo cual se requiere crear espacios propicios para el aprendizaje y crear materiales para tal propósito. Es necesario que los estudiantes sordos se eduquen en los mismos espacios que los estudiantes oyentes, para esto se requieren algunas condiciones elementales, como desarrollar y emplear un código de comunicación eficiente entre maestros y estudiantes (Crosso 2010). Entre más rápido los estudiantes sordos desarrollen la habilidad de lecto-escritura, más rápido podrán incursionar a la educación regular y aumentar las posibilidades de realizar estudios de educación superior, indispensable para que puedan tener verdaderas oportunidades de desarrollo (Secretaría 2012).

<sup>1</sup> Sara Torres Álvarez es profesora de la carrera de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Universidad Tecnológica de Nogales. México. [storres@utnogales.edu.mx](mailto:storres@utnogales.edu.mx). (Autor Corresponsal)

<sup>2</sup> Ignacio Vázquez Cuevas es profesor de la carrera de Mantenimiento Industrial, en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. México. Email: [ivazquez@utnogales.edu.mx](mailto:ivazquez@utnogales.edu.mx).

<sup>3</sup> Jesús Arnulfo Valencia Arellano, estudiante de 4to cuatrimestre de la carrera de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Email: [jezuz\\_sbtp@hotmail.com](mailto:jezuz_sbtp@hotmail.com).

<sup>4</sup> Manuel Rodolfo Vázquez Tapia, estudiante de 4to cuatrimestre de la carrera de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. México. Email: [mrvt@hotmail.com](mailto:mrvt@hotmail.com).

La lengua de señas se utiliza como método para establecer una vía de comunicación entre las personas sordas y la sociedad (Tovar 1999). La Lengua de Señas Mexicana (LSM) es un lenguaje a base de signos gestuales articulados con las manos y expresiones faciales, con gramática y vocabulario como cualquier lengua oral. Para su enseñanza existen diversos libros (Serafin y González (2011) y diccionarios digitales como Dielseme (Secretaria 2001) que son interactivos. También se han desarrollado prototipos que usan tecnologías como realidad aumentada para construir de forma rápida y fácil libros (Velázquez y Figueroa 2012).

Con la finalidad de ayudar al aprendizaje de señas y hacerlo dinámico, se desarrolló una aplicación para computadoras y dispositivos móviles, que emplee realidad aumentada, Kinect y un avatar para que al detectar la imagen del campo semántico de animales la traduzca en la seña correspondiente, con la finalidad de ser una alternativa para la enseñanza de lengua de señas.

### Descripción del Método

Se han creado aplicaciones de software que buscan facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, por ejemplo la aplicación móvil como auxiliar terapéutico (Félix y Mena 2014) que propone emplear un dispositivo móvil para apoyar y fortalecer y llevar un registro del progreso del aprendizaje. El software educativo para niños hipo acústicos (Gutiérrez 2012) que usando reconocimiento de patrones e inteligencia artificial crea una interface que muestra imágenes y sonidos de la palabra que se estudia para reforzar la comunicación oral este tipo de niños.

Otras propuestas hacen uso de tecnologías como Realidad Aumentada (RA), (Rosenblum 2001) muestra el desarrollo de un libro normal usando esta tecnología en su interfaz principal, (Kapp 2010) presenta una herramienta que permite crear fácilmente libros con elementos en tercera dimensión incorporando RA, (Selzer 2015) en su propuesta AnArU incorpora la interacción humana física en Realidad Virtual para permitir una comunicación fácil, eficiente y extensible entre el hardware y software.

Como muestran las investigaciones anteriores, el empleo de herramientas dinámicas como la realidad aumentada podría ser útil para el desarrollo de aplicaciones que permitan motivar el aprendizaje.

### Análisis:

En esta etapa se determinaron los requerimientos, especificaciones y comportamiento de la aplicación. Se trabajó en conjunto con la Institución de Asistencia Privada “**Manitas que Hablan**”, de la ciudad de Nogales, Sonora que se dedica a la enseñanza de lengua de señas. Se realizaron varias entrevistas con el personal para entender el método empleado por el maestro para la enseñanza de lengua de señas. Como resultado de estas entrevistas, se decidió que la mejor estrategia es emplear imágenes para después traducirlas a su seña respectiva. Se obtuvo el banco de imágenes empleadas por esta asociación para la enseñanza. Se hizo un análisis de las herramientas de software que se emplean para simulación y se optó por Unity 5 como herramienta de desarrollo, porque interactúa bien con otras herramientas como Vuforia y Kinect.

### Diseño:

Se decidió crear una app que funcione tanto en pc como en un dispositivo móvil, para que al enfocar a la cámara el “marcador” o imagen seleccionada, y a través de realidad aumentada aparezca un avatar que mediante movimientos con las manos, traduzca a lengua de señas la definición del objeto seleccionado. Se decidió que las herramientas más adecuadas para crear esta aplicación son las siguientes:

- **Unity3D:** Es un software para la creación y desarrollo de videojuegos/animaciones 2D y 3D, actualmente es el muy utilizado para la creación de diferentes tipos de software, incluyendo aplicaciones móviles. Es muy robusto y cuenta con gran cantidad de herramientas y componentes que los desarrolladores aprovechan por ser muy intuitivas y fáciles de usar, un ejemplo claro de esto son la realidad virtual y la realidad aumentada. Existen diferentes versiones, pero se usará la versión de Unity 5.
- **Kinect:** Es un hardware utilizado en las consolas de videojuegos de Microsoft Xbox 360 y Xbox ONE. Con la actualización de Windows 8.1, Kinect 2 puede ser utilizado en equipos de cómputo con este sistema operativo y con puertos USB 3.0.
- **Vuforia:** Es un software dedicado especialmente al desarrollo de realidad aumentada, se encarga de darle al desarrollador las herramientas necesarias para la creación de su software, desde la base de datos conteniendo imágenes objetivo o “*targets*”, hasta componentes que son en sí parte de la funcionalidad en dispositivos móviles. La cámara AR es lo más obvio e importante.

- **Cinema Suite Mocap 2:** Es un componente extra de Unity, el cual permite conectar directamente Kinect con Unity para así poder grabar animaciones, simularlas y darle un esqueleto al modelo o personaje objetivo.

*Desarrollo:*

Para desarrollar la aplicación, primero fue necesario dividir en campos o categorías todas imágenes que se utilizan para la enseñanza de señas. La Figura 1, muestra algunos ejemplos de las imágenes divididas en campos semánticos como animales, comidas, objetos, acciones, etc.



Figura 1. División de imágenes en diferentes campos semánticos

Para crear la aplicación y lograr la interoperabilidad con todas las herramientas que requiere este tipo de app, se usó Unity 5. Mediante el modelo en 3D se creó la “escena” de la aplicación donde el avatar aparece. Este objeto mostrará mediante sus diferentes animaciones, los movimientos de las articulaciones (*joints*) de huesos básicos para hacer una seña en particular. Con el apoyo de personal de la asociación “Manitas que hablan”, se grabaron las animaciones en lengua de señas usando Kinect 2 y un componente de Unity llamado Cinema Mocap Suite 2. Éstas se grabaron en tiempo real, una vez capturadas se asignaron al avatar y se le dieron sus marcadores correspondientes.

Los marcadores son los objetos que al ser captados por la cámara, harán que aparezca la Realidad Aumentada. La Figura 2, muestra el proceso de captura de una seña. Fue necesario crear una base de datos de las imágenes usadas por la asociación, estos objetos llamados marcadores, son tarjetas que tienen la imagen relacionada con la seña correspondiente, por ejemplo la tarjeta con la imagen de un gato mostrará al avatar haciendo la seña de gato en el LSM.

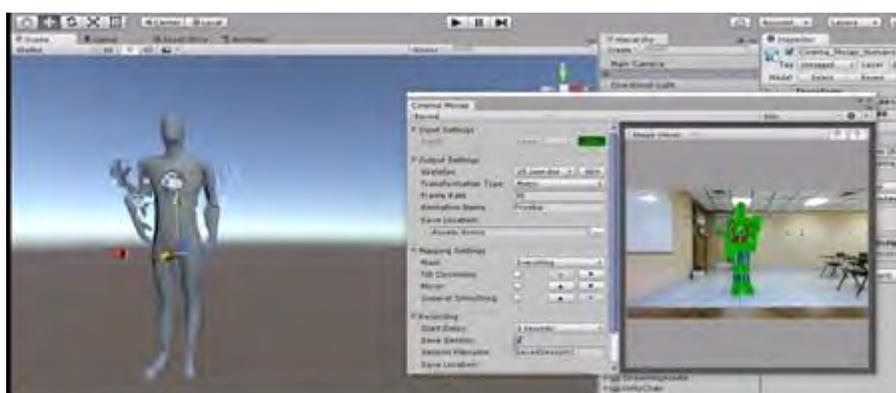


Figura 2. Captura de movimientos con Mocap.

Después de grabar cada animación como se observa en la Figura 2, se probó su calidad, tiempo y el espacio que abarcaba el “marcador” en la pantalla. Se detectaron algunas fallas por lo que hicieron cambios a la escena en Unity. Para la edición de las animaciones individuales, se utilizó Autodesk Maya para pulir las animaciones

grabadas con Kinect 2 y para eliminar detalles en la grabación o “glitches”. Ya corregidos estos errores se hicieron pruebas en dispositivos móviles para comprobar principalmente el espacio de la pantalla.

Cuando se aseguró que todos los elementos estaban adecuadamente posicionados, se compiló y se exportó la app a la tableta y dispositivo móvil para su uso.

La Figura 3, muestra la arquitectura del software, los módulos del sistema y la interacción entre ellos.

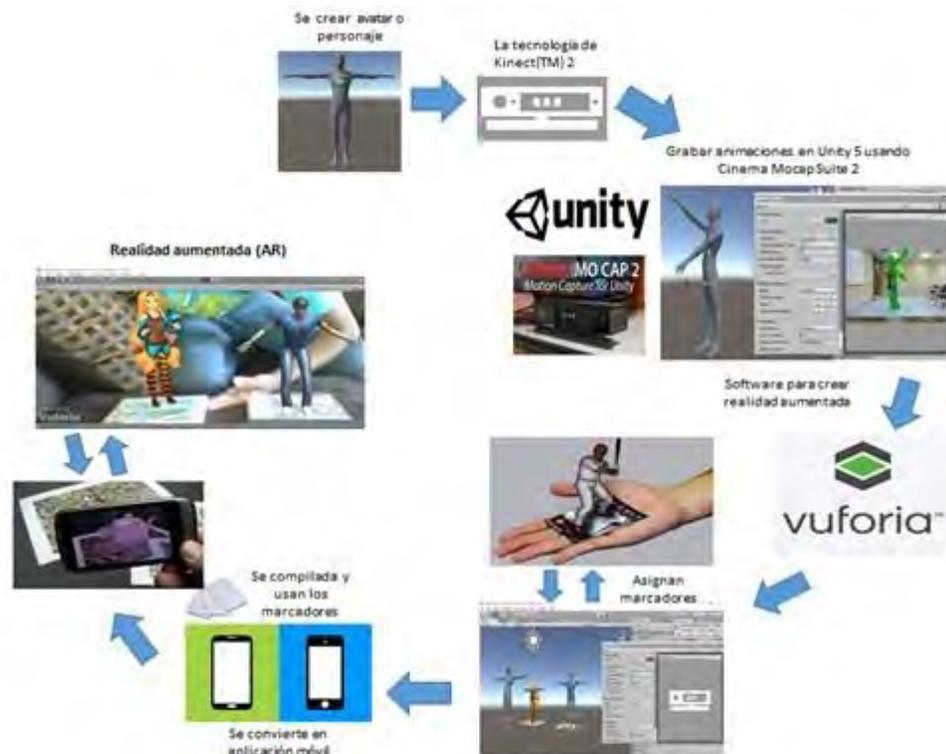


Figura 3. Arquitectura del Software y Diagrama de Interacción.

### Pruebas

Para comprobar que la aplicación funcionaba adecuadamente, se hicieron pruebas para asegurar que el avatar estuviera correctamente posicionado en el dispositivo, que no se perdiera o estuviera fuera del foco. También se probó cada uno de los marcadores para asegurarse que la señal hecha por el avatar corresponda al marcador seleccionado.

También se probó la app, usando varios marcadores como se observa en la Figura 4, para comprobar que no aparecieran encimados o fuera de foco.



Figura 4. App en ejecución con 3 marcadores.

### Comentarios Finales

Se desarrolló una app de software educativo, usando herramientas como *Unity 5*, *Kinect* y *Vuforia* para que la enseñanza de lengua de señas sea más atractiva a través del uso de realidad aumentada. Con este software se obtuvo lo siguiente:

- Se probó que es posible integrar todas estas herramientas para crear aplicaciones con fines educativos.
- Se obtuvo una *app* ligera, que a pesar de usar muchas herramientas para su desarrollo, su instalación y uso es sencillo.
- Atención del maestro de lenguaje de la asociación “Manitas que Hablan”, porque es una manera dinámica, divertida y útil de enseñar la LSM, además de ayudar a que los estudiantes practiquen en sus casas, porque es fácil de utilizar.
- Al ser empleada por los estudiantes de LSM despertó su interés por usarla, les llamo la atención por novedosa y fácil de usar.
- Las personas oyentes la consideran atractiva e interactiva y que es fácil aprender las señas, al imitando al avatar traductor.

### Trabajos Futuros

La Realidad Aumentada es una solución novedosa, que hace que las aplicaciones que se desarrollan sean atractivas, no obstante existen aspectos que deben ser mejorados y se dejan para trabajos futuros, como son:

- Ampliar la Base de datos: Para robustecer esta app, es necesario agregar elementos o marcadores usados, ampliar el campo semántico a más elementos como: alimentos, trabajos, etc.
- Desarrollar un traductor de lenguaje natural a lenguaje de señas, utilizando librería de *C#* para reconocimiento de voz, usando un avatar que hable al reconocer un movimiento o seña que haya sido guardada previamente.
- Emplear otras opciones de software para trabajar con movimientos finos de las manos, dar mayor precisión de los dedos y que permitan trabajar mejor con *Kinect*.
- Generalizar su uso: subir la app en *Play Store* para propiciar su uso y conocer la opinión de los oyentes sobre ella y su utilidad.
- Complementarse con otras aplicaciones para crear un software de enseñanza de señas más robusto y que permita la traducción de señas haciendo uso de la voz.
- Desarrollar una aplicación en *C#* que sirva para sistematizar la captura de imágenes, la creación de marcadores y la captura del avatar que muestra la traducción a lengua de señas. Para crear un banco de imágenes lo suficientemente grande para albergar todas las palabras de la lengua de señas.

### Conclusiones

Actualmente la tecnología es imprescindible en casi todas las áreas de la vida, hoy en día nadie concibe su vida sin el celular o dispositivo móvil, esta herramienta tan popular y necesaria para mantenernos comunicados.

Los dispositivos móviles son ampliamente utilizados para ayudar a los procesos de enseñanza-aprendizaje, y aprovechando que casi todos los hogares cuentan con al menos un dispositivo, se creó esta aplicación con fines educativos, para que no requiera de otros elementos para su uso.

La aportación de las siguientes aplicaciones fue esencial para obtener estos resultados favorables, *Kinect* permitió la captura de señas, que se asignaron a un avatar que representa mediante señas su significado. Con *Vuforia* se crean y asignan los objetos o marcadores que activan la realidad aumentada. *Unity* conjunto todas estas herramientas para hacer posible la representación de una imagen específica a su correspondiente seña en la LMS.

El uso de realidad Aumentada probó ser útil y una herramienta muy atractiva para estimular el aprendizaje.

### Referencias

- INEGI. “Cuéntame, población, Discapacidad en México”. 2010. Consultada por Internet el 10 de agosto de 2016. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>.
- UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. “Directrices sobre políticas de inclusión en la educación. 2009
- Diario Oficial “NMX-R-050-SCFI-2006. Accesibilidad de las personas con discapacidad a espacios construidos de servicio al público. Especificaciones de seguridad”. Publicado el 9 enero de 2007. Consultada en Internet en mayo de 2016. Disponible en: <http://www.libreacceso.org/nmx-r-050-scfi-2006-accesibilidad-de-las-personas-con-discapacidad-a-espacios-construidos-de-servicio-al-publico-especificaciones-de-seguridad/>
- Secretaria de Educación Pública (2012). “Orientaciones para la atención educativa de alumnos sordos que cursan la Educación Básica desde del Modelo Educativo Bilingüe-Bicultural”. 2012. México: Primera Edición, ISBN: 978-607-467-272-5. Págs. Pag47

- Morales Ana María *Revista: el Bilingüismo de los sordos* Consultada en Internet en Julio de 2016. Disponible en: [http://www.quadernsdigitals.net/datos\\_web/articulos/candidus/candidus5/bilingismo.htm](http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/articulos/candidus/candidus5/bilingismo.htm)
- Gómez Tovar, R.M. “La inclusión de la persona sorda a la Educación Superior”. *Revista Latinoamericana de Inclusión Educativa*, Consultado en: <http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol8-num1/art6.pdf>. Págs. 93-108
- Camilla Crosso. “El Derecho a la Educación de Personas con Discapacidad: impulsando el concepto de Educación Inclusiva”. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*.2010. Consultada en Internet Julio de 2016. Disponible en: <http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol4-num2.html> o en <http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol4-num2/art4.pdf>., Pág. 80.
- Tovar L. (1999). “La lengua escrita como segunda lengua para el niño sordo”. *Revista El Bilingüismo de los Sordos*.
- María Esther Serafín de Fleischmann y Raúl González Pérez. “Manos con Voz, Diccionario de lengua de señas mexicana”. Año 2011 ISBN: 978-607-9134-01-3
- Secretaría de Educación Pública (2001-2006) Subsecretaría de Servicios Educativos para el D.F. “*DICCIONARIO ESPAÑOL- LENGUA DE SEÑAS MEXICANA (DIELESEME)* Estudio introductorio al léxico de la LSM”. México
- Matias Nicolas Selzer, Martín Leonardo Larrea (2015). “AnArU, a Virtual Reality Framework for Physical Human Interactions”. Congreso: Jcs&T Vol. 15. *Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación*. November. 2015. Págs. 50-54.
- E. Velázquez Cruz (2012). “Propuesta Arquitectónica para una herramienta de Desarrollo de Libros de Realidad Aumentada” *Coloquio de Investigación Multidisciplinaria*. Libro electrónico ISBN: 978-607-00-6155-4. Págs. 808-815
- Félix G. Vanessa, Mena Luis (2015) “Uso de Aplicación Móvil como auxiliar Terapéutico en niños con Discapacidades en la Comunicación y Comprensión del Lenguaje: Disfasia”. *XXVII Congreso Nacional y XIII Congreso Internacional de Informática y Computación*, México. Págs. 269-275
- Gutiérrez Estrada C. y Díaz Sagal S. (2012) “La ingeniería de Sistemas y su contribución al diseñar Software Educativo para niños Hipoacústicos” *Congreso Cim2012*, ISBN: 978-607-622-367-3. Consultado en Internet en Mayo de 2016. Disponible en: [http://www.aniei.org.mx/Archivos/Congreso\\_2014/libro\\_CNCIIC2014.pdf](http://www.aniei.org.mx/Archivos/Congreso_2014/libro_CNCIIC2014.pdf). México. Págs 784-791.
- Lawrence Rosenblum; Michael Macedonia. “The MagicBook Moving Seamlessly between Reality and Virtuality”. 2001.
- Craig Kapp. (2010) ZooBurst <http://www.zooburst.com/>

### Notas Biográficas

La **M.C. Sara Torres Álvarez**, es graduada de la maestría en ciencias en ciencias computacionales del Instituto Tecnológico de Nogales, Sonora, es Profesora de tiempo completo de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora impartiendo las materias de Bases de Datos y Redes de computadoras, tiene certificación CCNA de Cisco, desarrolla software para empresas de la localidad y ha realizado algunas publicaciones locales del Instituto Tecnológico de Nogales y en revistas nacionales.

El **Ing. Ignacio Javier Vázquez Cuevas** es profesor de tiempo completo de la Universidad Tecnológica de Nogales y maestro de asignatura en el Instituto Tecnológico de Nogales, es egresado de la Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad LASALLE Noroeste, actualmente está en proceso de titulación en la maestría en Mecatrónica de ITESCA, ha publicado artículos en revistas locales y nacionales

El joven **Jesús Arnulfo Valencia Arellano**, estudiante de 4to cuatrimestre de la carrera de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, ha desarrollado software educativo y represento a México en el Concurso Internacional de Proyectos Multimedia 2014, obteniendo el segundo lugar, concurso celebrado en Quito, Ecuador.

El C. **Manuel Rodolfo Vázquez Tapia**, estudiante de 4to cuatrimestre de la carrera de Tecnologías de Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, es estudiante avanzado de desarrollo de software.

# Fabricación de materiales multicapas de la aleación Ti-6Al4V mediante metalurgia de polvos para el desarrollo de implantes óseos

C. Torres<sup>1</sup>, L. Olmos<sup>2</sup>, H.J. Vergara-Hernández<sup>3</sup>, P. Garnica<sup>4</sup>

**Resumen**— *Materiales con tres capas de diferentes estructuras fueron fabricados mediante la técnica de metalurgia de polvos. Las muestras están compuestas de una capa densa, porosa y de un compuesto usando como matriz polvos de la aleación Ti6Al4V. Para formar la capa porosa se mezclaron polvos de la aleación de Ti-64 con polvos de bicarbonato de amonio como formadores de poros. La capa del compuesto fue formada mezclando polvos de Ti-64 con polvos de Ta. Enseguida los compactos fueron sinterizados en un dilatómetro vertical a una temperatura de 1260 °C bajo una atmósfera de Ar. Los resultados mostraron que las muestras no presentan la formación de defectos entre las interfaces de las capas. El comportamiento a compresión de la muestra fue diferente al de una muestra de una capa. La distribución de la microdureza indicó que hay una disminución en la capa porosa mientras que en la capa compuesto se registró un pequeño incremento.*

## Introducción

Las aleaciones de Ti constituyen uno de los materiales más apropiados para aplicaciones en la industria aeroespacial, química y médica, por su resistencia mecánica, biocompatibilidad y resistencia a la corrosión [Vera y col.]. El titanio presenta alta citocompatibilidad “in vitro” y en vivo, permitiendo el contacto directo entre hueso-implante [Carvalho y col.]. Por lo tanto, estos biomateriales no forman compuestos químicos con el hueso, solo quedan incorporados mediante un contacto, donde el metal necesita tener la capacidad de enlazarse al tejido óseo mejorando el injerto de los mismos [Pigatto y col., Isaac y col.]. En comparación a otros materiales metálicos utilizados como implantes, tales como el acero inoxidable y las aleaciones de cobalto-cromo, el titanio aporta una mejora de propiedades como son elevada resistencia específica y a la fatiga, un módulo elástico más semejante al del hueso humano [Sharma y col.], así como una excelente resistencia a la corrosión, tanto con el hueso como con los fluidos del cuerpo humano [Tojal y col.]. Las aleaciones de titanio usadas como biomateriales se fabrican con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas del material puro. Tal es el caso, de la conocida aleación Ti-6Al-4V que presenta buena resistencia mecánica y elevada plasticidad [Amigo y Escuder, Leyens y Peters], siendo ampliamente utilizada en implantes ortopédicos, tales como prótesis para sustituir articulaciones, debido a su elevada dureza, bajo módulo de elasticidad, alta resistencia a la corrosión y excelente biocompatibilidad [Nishiguchi y col., Luo y Yin]. En la actualidad el desarrollo de biomateriales, en especial de la aleación Ti-6Al-4V, marca el paso para la sustitución y refuerzo de diferentes regiones del sistema óseo humano, haciendo que se convierta en una herramienta importante para la medicina y una opción vital para pacientes que buscan mejorar su bienestar [Tavera y col.]. La fabricación de estas piezas mediante metalurgia de polvos (MP) es una alternativa económica que permite reemplazar los métodos costosos empleados usualmente [Domizzi y col., Amigó y col., Froes]; así como, por su capacidad de producir piezas de formas adaptables y complejas, para obtener materiales densos para aplicaciones biomédicas [Montalegre y col., Benavente y Amigó]. También permite crear piezas multicapa, que con una combinación adecuada de las capas son capaces de recrear al hueso humano de una manera más exacta que los métodos tradicionales. Los compuestos multicapa elaborados por metal/inter-metálicos han sido ampliamente investigados y aplicados por sus buenas propiedades mecánicas, las capas metálicas proporcionan la dureza y el inter-metálico proporciona fluencia a altas temperaturas [D. Harach, K. Vecchio]. Existen pocos estudios sobre la cinética de sinterización de polvos de Ti y menos de sistemas multicapa. Por lo que, un análisis dilatométrico de un sistema multicapa con matriz de polvos de la aleación Ti-6Al-4V proporcionará información necesaria para elaborar la cinética de sinterización, lo que facilitara en un futuro la fabricación en masa de piezas con estas características de la mejor calidad posible.

<sup>1</sup> C. Torres es estudiante de licenciatura en Materiales en el Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, México.

[puaj117@gmail.com](mailto:puaj117@gmail.com) (Autor corresponsal)

<sup>2</sup> L. Olmos es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la UMSNH, Morelia, México. [luisra24@gmail.com](mailto:luisra24@gmail.com)

<sup>3</sup> H.J. Vergara-Hernández es Profesor-Investigador perteneciente al posgrado de Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [hvergarah@yahoo.com](mailto:hvergarah@yahoo.com)

<sup>4</sup> P. Garnica es Profesor-Investigador perteneciente al posgrado de Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [pgarnicag29@msn.com](mailto:pgarnicag29@msn.com)

En este trabajo se presenta un estudio mediante dilatometría para la fabricación de muestras con 3 capas de composiciones diferentes con el objetivo de determinar la factibilidad de obtención de este tipo de muestras. La muestra está compuesta de una capa llamada densa, la cual consiste únicamente de polvos de la aleación Ti-64, la segunda es una capa porosa, la cual es una mezcla de polvos de la aleación Ti-64 con polvos formadores de poros de bicarbonato de amonio y la tercera es una capa de un compuesto de polvos de Ti-64 reforzado con polvos de Ta. Además de la cinética se evaluaron las propiedades mecánicas de la muestra y se realizó un estudio microestructural mediante microscopía electrónica de barrido.

### Metodología

Para la fabricación de materiales a gradiente, se utilizaron como matriz polvos comerciales de la aleación Ti-6Al-4V producidos por la empresa Raymor, con una distribución de tamaño de partícula entre 20-45  $\mu\text{m}$ . Como formadores de poros se utilizaron polvos de bicarbonato de amonio ( $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ ) Alfa Aesar, con una distribución de tamaño de partícula entre 200 y 500  $\mu\text{m}$ , los cuales fueron mezclados con polvos de la matriz en una proporción de 10% en volumen. Como refuerzo, se utilizaron polvos de tántalo, con una distribución de tamaño entre 20 y 45  $\mu\text{m}$ , que también fueron mezclados con los polvos de la matriz en un 5% en volumen. Para obtener un material conformado por tres capas con características diferentes, se realizó la mezcla por separado de polvos de la matriz con polvos de bicarbonato de amonio y de tántalo, respectivamente, en una turbula durante 30 min, para asegurar la buena distribución entre ellos. Enseguida, se adicionó un 1 % en peso de Polyvinyl alcohol (PVA) como ligante, para dar una resistencia mecánica al compacto. Posteriormente, se vertieron los polvos en un dado de acero de la siguiente manera, en el fondo se colocó la capa de polvos de la aleación Ti-64, enseguida la capa de los polvos mezclados con bicarbonato de amonio y finalmente la capa compuesta por polvos de Ti-64 con tántalo. Enseguida, se procedió a realizar el prensado a 500 MPa para obtener compactos cilíndricos en verde de 7.5 mm de altura, aproximadamente 2.5 mm por capa, con un diámetro de 6 mm. Los compactos en verde mostraron una densidad relativa cercana al 70%, antes de eliminar las sales. Las sales de bicarbonato de amonio fueron eliminadas dentro de un mufla Barnstead Thermolyne modelo 47900 a una temperatura de 150 °C durante 4 horas con una velocidad de calentamiento de 5 °C/min, con un enfriamiento lento dentro de la misma mufla. La eliminación de sales nos dejó grandes porosidades en la capa correspondiente. Después de lo anterior, la sinterización de los compactos se llevó a cabo en un dilatómetro vertical Linseis L75V bajo una atmósfera de Ar de alta pureza. En seguida de montar la muestra en el dilatómetro, éste fue purgado para eliminar el aire residual por flujo de argón durante 30 minutos antes del calentamiento. El ciclo térmico de la sinterización se muestra en la Figura 1. La densidad relativa de las muestras fue determinada mediante la medición del volumen y el peso de cada muestra, antes y después del sinterizado. Enseguida, la deformación axial, la densificación y la velocidad de deformación fueron obtenidas a partir de los datos adquiridos en los ensayos de dilatometría. Después, las muestras fueron cortadas y preparadas metalográficamente para su observación mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y la medición de Microdureza Vickers (Hv), la cual se realizó con una carga de 500g según la norma ASTM E384-99 [Dewidar]. Finalmente, utilizando los mismos ciclos térmicos se fabricaron muestras para realizar los ensayos de compresión de acuerdo a la norma ASTM D695-02. Los ensayos de compresión se llevaron a cabo en una máquina universal Instron serie 1195 a una velocidad de desplazamiento de 0.5 mm-min-1 [Guden y col.], para determinar el módulo de Young y la resistencia a la cedencia.

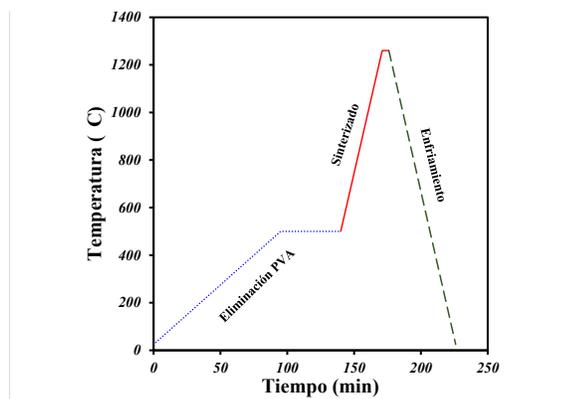


Figura 1. Ciclo térmico de sinterizado utilizado.

## Resultados

La Figura 2 muestra la deformación axial en función de la temperatura durante todo el ciclo de sinterizado medido mediante dilatometría. Se aprecia una dilatación hasta que llega a los 680 °C, la cual corresponde a la dilatación térmica del material. A partir de esa temperatura se puede observar un encogimiento continuo de la muestra, lo que es generado por el sinterizado de la muestra. La curva de encogimiento está dividida por dos comportamientos, la primera parte, es un encogimiento más lento que va desde los 680 °C hasta a 1060°C. Esta etapa de la sinterización se lleva a cabo con la fase  $\alpha$  de los polvos de Ti-64. La segunda etapa presenta un encogimiento más pronunciado y va desde los 1060 °C hasta la temperatura isotérmica de sinterizado a 1260 °C. Se observa que la difusión atómica es mayor cuando la aleación se presenta en la fase  $\beta$ . Para este tipo de aleación se ha reportado la transformación de fase alrededor de 960 °C, sin embargo, para los polvos fabricados mediante plasma, como los de este trabajo, se ha determinado que la transición de fase se presenta por arriba de los 1050 °C. Cuando se alcanza la temperatura isotérmica de sinterizado a 1260 °C, se puede observar un encogimiento continuo indicado por una línea recta. Finalmente, durante el proceso de enfriamiento se presenta un encogimiento menos pronunciado que el alcanzado durante el sinterizado, el cual es debido a la contracción del material por el enfriamiento.

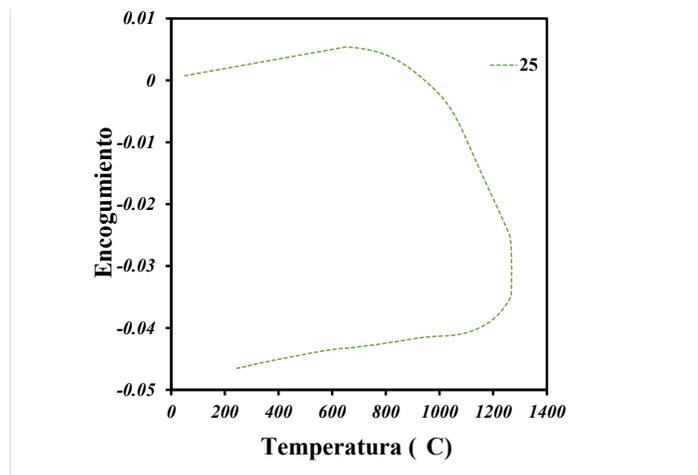


Figura 2. Encogimiento de la muestra de tres capas en función de la temperatura durante todo el sinterizado.

En la Figura 3 se muestra la velocidad de densificación en función de la densidad relativa durante la densificación de la muestra. Se observa un rápido crecimiento en la velocidad de densificación debido a que el encogimiento en la primera etapa del sinterizado es muy rápido por la formación y el crecimiento de los cuellos interparticulares, esto gracias a que la energía del sinterizado está regida por la curvatura en el punto de contacto entre os partículas, el cual es muy grande al inicio y va decreciendo con el incremento en el tamaño del cuello. Se encuentra el punto máximo de la velocidad de deformación alrededor de la densidad de 0.63 y después comienza una disminución ligera. Enseguida se observa una caída abrupta, la cual corresponde con el cambio de fase de la aleación y posteriormente continúa decreciendo la velocidad de deformación hasta llegar al final del periodo isotérmico. Como se puede notar la densificación durante el ciclo térmico utilizado no fue muy grande, lo que ayuda a limitar los cambios de dimensiones en cada capa y reduce la formación de defectos de delaminación o ruptura entre las interfaces como ha sido señalado para este tipo de materiales.

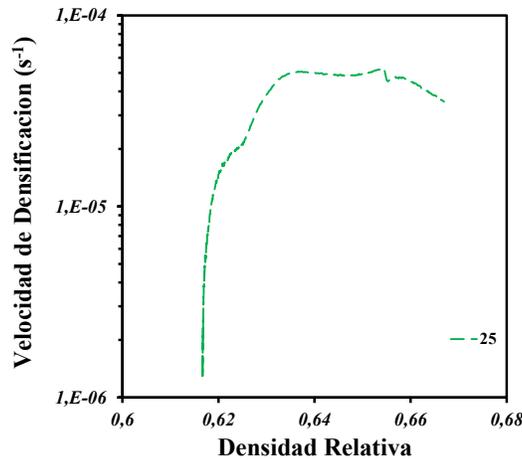


Figura 3. Velocidad de deformación en función de la densidad relativa a partir de la activación del sinterizado para la muestra de tres capas.

La Figura 4 muestra la gráfica esfuerzo deformación obtenida del ensayo de compresión, la gráfica presenta una aparente linealidad, la cual nos arroja un módulo de Young de 28 GPa, con un esfuerzo a la cedencia de 430 MPa. Pero observando más detenidamente la curva, se puede notar que la zona elástica está dividida en dos zonas las cuales tienen su propio comportamiento particular; la zona 1 tiene un módulo de Young de 117 GPa hasta un esfuerzo máximo de 149 MPa. Mientras que por otro lado, la zona 2 reportó un módulo de Young de 20 GPa hasta un esfuerzo máximo de 430 MPa. Esto nos indica que al inicio el comportamiento a compresión está tomando en cuenta la rigidez de todas las capas interconectadas y a partir del esfuerzo de 149 MPa, la capa porosa comienza a colapsar y por eso se presenta el cambio en el comportamiento de deformación. Al final encontramos que el valor del módulo de elasticidad está controlado por la capa porosa, ya que es la primera que falla.

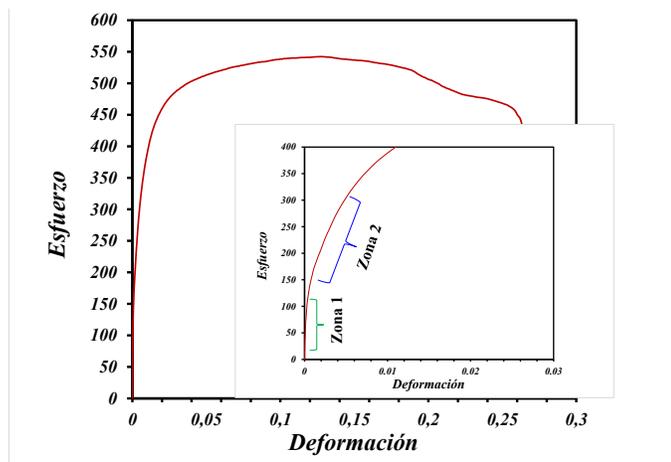


Figura 4. Curva esfuerzo deformación de la muestra de tres capas.

En la Figura 5 se muestran micrografías del interior de una muestra cortada y pulida. En la Figura 5a se observan las tres capas que forman la pieza, en donde la capa inferior es la que está formada solamente de polvos de Ti-64, en la parte media se observa la capa que contiene grandes porosidades creadas con los formadores de poros y en la parte superior se encuentra la capa del compuesto formada con polvos de Ti-64 y Ta. Se puede observar que hay defectos existentes entre las interfaces de las tres capas, lo que sugiere que hay una buena unión gracias a que la matriz de las 3 capas está formada por polvos de la misma aleación. La Figura 5b muestra una partícula de Ta embebida en la matriz de Ti-64. Aquí se puede observar que las partículas de refuerzo quedan perfectamente bien atrapadas entre las partículas de la matriz y aparentemente no existe difusión entre las partículas de refuerzo y la matriz. También se

encontró que en los alrededores de las partículas de refuerzo existen porosidades de mayor tamaño que las encontradas entre las partículas de Ti-64 sin refuerzo. La Figura 5c muestra un acercamiento de un poro creado artificialmente con la ayuda de las sales de bicarbonato de amonio, para este caso se puede apreciar que el diámetro del poro es cercano a las 200  $\mu\text{m}$ , lo cual corresponde bien al tamaño de las sales. Se encontró que también en los alrededores cercanos al poro, existe una porosidad mayor que la encontrada entre las partículas de la matriz sin refuerzo y sin grandes poros. Esto indica que los poros actúan como inclusiones inertes en la matriz durante la sinterización afectando la densificación.

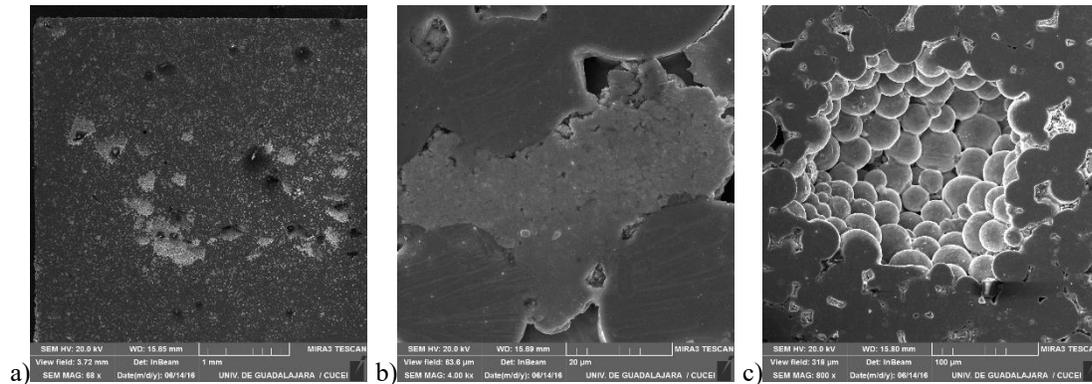


Figura 5. Micrografías obtenidas por MEB de la muestra de tres capas.

La Figura 6 muestra una distribución de la microdureza en la superficie de la muestra. Se encontró que los valores de mayor dureza de la muestra están localizados en las partes superior e inferior, lo que corresponde a las capas del compuesto y densa, respectivamente. Sin embargo, se observa una gran heterogeneidad en los resultados, aunque se puede observar que la capa intermedia presenta valores considerablemente bajos, lo que corresponde bien a lo esperado ya que se encuentra la capa porosa. El incremento esperado en la dureza debido a la inclusión de las partículas de Ta, no es grande porque la fracción en volumen usada fue solo del 5%, sin embargo se consiguió un pequeño incremento en comparación con la capa densa.

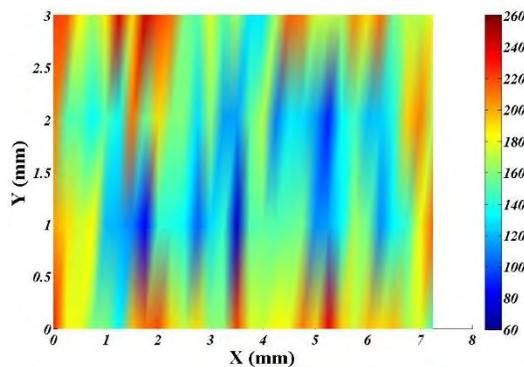


Figura 6. Distribución de la microdureza en la superficie de la muestra de tres capas.

### Conclusiones

Se estudió la cinética de sinterización para la fabricación de materiales multicapas a partir de polvos de Ti-64 y se logró obtener una muestra que contiene tres capas con diferentes características, densa, porosa y compuesto. La combinación de los tres sistemas permitió obtener propiedades localizadas que ayudan a solventar diferentes condiciones de trabajo de un implante óseo. Se encontró que el valor del modulo de elasticidad y la resistencia a la cedencia están controlados por la capa porosa que es la que proporciona mayor flexibilidad a las muestras y los valores obtenidos son cercanos a los reportados para el hueso cortical. También se logró obtener una capa

compuesta que mejorará las propiedades a desgaste y puede estar localizada en los extremos del implante en donde es requerido este tipo de esfuerzo. Finalmente, se mostró que la metodología utilizada permitirá desarrollar implantes con características y propiedades especiales y localizadas.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al posgrado en Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia y a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo para la realización del presente trabajo.

### Referencias

1. Amigó, V. and A. Escuder, *Materials per a disseny industrial*. Aliatges Metàl. lics. UPV, 2003: p. 141-173.
2. Amigó, V., et al., Reactividad matriz-refuerzo en compuestos de matriz de titanio pulvimetalúrgico. *Revista de metalurgia*, 2007. 43(6): p. 434-447.
3. Benavente-Martínez, E., F. Devesa, and V. Amigó, Caracterización mecánica de aleaciones Ti-Nb mediante ensayos de flexión biaxial. *Revista de metalurgia*, 2010. 46(Extra): p. 19-25.
4. Carvalho, D.R.d., et al., Characterization and in vitro cytocompatibility of an acid-etched titanium surface. *Brazilian dental journal*, 2010. 21(1): p. 3-11.
5. Dewidar, M., Microstructure and mechanical properties of biocompatible high density Ti-6Al-4V/W produced by high frequency induction heating sintering. *Materials & Design*, 2010. 31(8): p. 3964-3970.
6. Domizzi, G., et al., HIDRURACIÓN DE TI-6AL-4V.
7. Froes, F., How to market titanium: Lower the cost. *JOM Journal of the Minerals, Metals and Materials Society*, 2004. 56(2): p. 39-39.
8. Guden, M.C., E Akar, E Cetiner, S, Compression testing of a sintered Ti6Al4V powder compact for biomedical applications. *Materials Characterization*, 2005. 54(4): p. 399-408
9. Isaac, J., et al., Bioengineered titanium surfaces affect the gene-expression and phenotypic response of osteoprogenitor cells derived from mouse calvarial bones. *European cells & materials*, 2009. 20: p. 178-196.
10. Leyens, C. and M. Peters, *Titanium and titanium alloys*. 2003: Wiley Online Library.
11. Luo, Y., S.-r. Ge, and Z.-m. Jin, Wettability modification for biosurface of titanium alloy by means of sequential carburization. *Journal of Bionic Engineering*, 2009. 6(3): p. 219-223.
12. R.G. Rowe, D.W. Skelly, M. Larsen, J. Heathcote, G.R. Odette, G.E. Lucas, *Scr. Metall.* 31 (1994) 1487-1492.
13. D. Harach, K. Vecchio, *Metall. Mater. Trans. A* 32 (2001) 1493-1505.

# APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE OFERTAN LOS ECOSISTEMAS QUERETANOS

M. en C. Amauri Torres Balcázar<sup>1</sup>, M. en C. Claudia Morales Castro<sup>2</sup>,  
Ing. Francisco Javier Plancarte Balderas<sup>3</sup>, Ing. José Ramírez Vázquez<sup>4</sup> y C.P. Maricela Paz Cruz<sup>5</sup>

**Resumen-** En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en el estado de Querétaro donde se describen los diversos ecosistemas queretanos y los servicios ambientales que prestan estos ecosistemas, identificando oportunidades de inversión en proyectos productivos que permitan ofertar oportunidades de desarrollo sustentable a las comunidades. Para ello, se realizaron visitas de campo en los diferentes municipios y regiones que conforman al Estado de Querétaro, recopilando información en las dependencias municipales y estatales. Se encontraron una amplia variedad de servicios ambientales del que se originaron propuestas de proyectos productivos sustentables.

Conocer la diversidad de ecosistemas y la población de flora y fauna que los componen es de vital importancia para la protección de las especies y preservación de los recursos naturales, así como, aprovechar de manera sustentable los recursos naturales para el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores

**Palabras clave**—ecosistemas, servicios ambientales, proyectos productivos sustentables, calidad de vida.

## Introducción

Los ecosistemas constituyen un capital natural que es necesario conservar para disponer de servicios como la regulación del clima, fijación de carbono, fertilidad del suelo, polinización, filtración de contaminantes, provisión de agua limpia, materia prima, alimentos, recursos medicinales, control de las inundaciones, recreación y valores estéticos y espirituales. Estos servicios ambientales tienen consecuencias en la prosperidad de la sociedad humana, y no sólo en su economía, sino también en la salud, las relaciones sociales, libertades o la seguridad. (Reynold, 2009).

Querétaro posee una amplia variedad de ecosistemas donde se pueden encontrar áridos matorrales xerófilos, bosques templados de coníferas con encinos y sabinos, bosques de niebla, selvas bajas y zonas con los más profundos cañones y lomeríos. Como si se tratara de un catálogo de paisajes, aquí es posible realizar cortos recorridos para cambiar de ecosistemas. (Grupo Ecológico Sierra Gorda).

Entre los recursos naturales con que cuenta el estado de Querétaro, tienen especial lugar la riqueza forestal y la minería distribuidas en la regiones Sur, Semidesierto y Sierra Gorda. En lo que se refiere al recurso forestal, la entidad aprovecha las especies de pino, encino, cedro, oyamel, enebro, mezquite, eucalipto y otras de menor importancia, principalmente ubicadas en la Sierra Gorda. Ésta tiene aproximadamente 70 000 ha potencialmente productivas, aunque de éstas, sólo 17 000 ha tienen estudios de manejo. Por su parte, la explotación minera es una actividad muy antigua en el estado; existen 10 distritos mineros de metales en la Sierra Gorda de Querétaro, con producción de plomo, plata, zinc, cobre, oro, mercurio y antimonio. Se encuentran, además, otras 7 zonas de explotación de minerales no metálicos: la zona de mármol; zona de sillar y caolín; zona de cantera; zona de ópalos; zona de sillar y pómez y zona de caleras. (Descubre Querétaro).

En la actualidad hay tres empresas mineras que están interesadas en incursionar en el municipio de Pinal de Amoles, en esa zona se han detectado yacimientos de varita un mineral que se utiliza frecuentemente para la extracción de petróleo.

En el municipio de Colón la extracción de ópalo y obsidiana es un área de oportunidad para los mineros de la zona. La extracción de metales como oro y plata es menor, ya que en la actualidad sólo una empresa se dedica a ello.

<sup>1</sup> M. en C. Amauri Torres Balcázar es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México [amaurit@yahoo.com](mailto:amaurit@yahoo.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> La M. en C. Claudia Morales Castro es Profesora del depto. de Sistemas y Computación Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México [claudiakatherine@yahoo.com](mailto:claudiakatherine@yahoo.com)

<sup>3</sup> El Ing. Francisco Javier Plancarte Balderas es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México [planbal10@yahoo.com.mx](mailto:planbal10@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> El Ing. Francisco José Ramírez Vázquez es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México [joseringo@yahoo.com.mx](mailto:joseringo@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup> La C.P. Maricela Paz Cruz es Profesora del depto. de Ciencias Económico-Administrativas en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro, México [mar210271@hotmail.com](mailto:mar210271@hotmail.com)

En el Estado se produce maíz, alfalfa, tomate rojo, hortalizas y flores, éstas últimas en una creciente producción en agricultura protegida en más de 370 hectáreas de invernaderos; en suma, se cuenta con más de 50 productos según el Anuario Estadístico del Sector Rural 2015. En este rubro se observa baja disponibilidad e ineficiente manejo del agua; incipiente aplicación de tecnología, así como falta de diversificación productiva y acceso a mercados. (Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021)

En últimos años ha tomado relevancia la acuicultura a pequeña escala, en los 18 municipios del Estado realizan la actividad 70 unidades comerciales y 40 unidades con fines de autoconsumo.

En el Estado, habitan en el medio rural 540,664 personas que representan el 29.4% del total de la población

De acuerdo al último registro presentado por el Coneval, durante 2014 en el estado de Querétaro fueron ubicadas 76 mil personas en calidad de pobreza extrema, así como 599 mil queretanos están en condiciones de pobreza.

Coneval informó que Pinal de Amoles es el municipio con mayor rezago social en el estado, al colocarlo en un grado de alto. Seguido de San Joaquín, Cadereyta de Montes, Tolimán, Peña Miller y Amealco de Bonfil, que están en nivel medio. En contraste, Arroyo seco, Jalpan de Serra, Colon, Ezequiel Montes, Huimilpan y Landa de Matamoros, fueron ubicados con un rezago social bajo. (Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021)

El desarrollo basado en la idea de sustentabilidad ayuda a consolidar la calidad de vida actual a un ritmo adecuado a las limitaciones de los recursos naturales, a la vez que pretende una mayor justicia social y una economía sostenible y equitativa. La calidad de vida se relaciona con la vivencia del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, de la calidad ambiental y de la salud.

El Programa para el Desarrollo Sustentable y Cuidado del Medio Ambiente del Estado de Querétaro, promueve aprovechar de manera racional y equitativa los recursos naturales del Estado. Por ello, se busca conciliar el desarrollo económico de las comunidades rurales con la protección de la biodiversidad.

Por ello, el presente proyecto tiene como propósito describir los diversos ecosistemas queretanos y los servicios ambientales que prestan identificando oportunidades de inversión en proyectos productivos que permitan ofertar oportunidades de desarrollo sustentable a las comunidades.

### Descripción del Método

#### *Métodos, técnica y procedimientos.*

La metodología aplicada para identificar las áreas de oportunidades de desarrollo fue de tipo cuantitativo basada en recolección de información sobre los recursos naturales con los que cuenta el estado de Querétaro, información de los planes de desarrollo de los municipios, plan estatal de desarrollo y anuarios estadísticos.

Posteriormente, se realizó una investigación de campo y exploratoria para identificar los tipos de ecosistemas queretanos por observación (ver figura 1), los servicios ambientales que prestan, evaluar las condiciones de desarrollo de las comunidades rurales del estado realizándose entrevistas a pobladores y delegados municipales. Los municipios visitados fueron Amealco, Arroyo Seco, Cadereyta, Colón, Ezequiel Montes, Huimilpan, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín Tolimán por ser los municipios con bajo desarrollo.



Figura 1. Ecosistemas del estado de Querétaro

El Cuadro 1 presenta un resumen de la información recolectada de los principales tipos de ecosistemas y servicios ambientales disponibles para las comunidades visitadas.

Municipio	Tipo de ecosistema	Servicios Ambientales principales
Amealco	Bosque esclerófilo caducifolio Bosque templado Pastizal	Áreas boscosas para acampar, laderas para senderismo, ciclismo de montaña, abundante aguas, lagunas, arroyos, bellos paisajes Planicies para el cultivo Suelo de talpetatoso para fabricación de sillar de diferentes colores: blanco, amarillo, rosa y negro.
Arroyo Seco	Bosques de latifoleadas Bosque mixto de coníferas Selvas bajas Matorrales y pastizales	Gran extensión de hectáreas para la siembra de diversos productos agrícolas Cuerpos superficiales de agua, lagunas y manantiales Afluentes del Río Santa María, Ayutla y Jalpán
Cadereyta	Semidesértico con matorrales xerófilos Bosque caducifolio	Tierra altamente fértil llena de nutrientes Lugar para la reproducción de peces por sus nutrientes en el agua y abundancia de comida para los peces de este lugar. Isla de Tzibantzá y montañas con gran biodiversidad
Colón	Bosque de coníferas y encino Matorrales	Embalses utilizados para riego y criadero de peces Río Colón, manantiales y lagunas Cerros con una vasta vegetación, barrancas de los Pilonos, pintoresco paisajes
Ezequiel Montes	Bosque caducifolio espinoso Selva baja caducifolia Matorral crasicaule	Grandes extensiones de tierra para agricultura y pastoreo Peña de Bernal tercer monolítico más grande del mundo Existen minas de arena, caolín, ópalo, de piedra poma.
Huimilpan	Bosque de pino, encino, madroño Matorrales Pastizales	Gran variedad de recursos forestales, suelo apto para la agricultura El cerro de El Picacho provee carbón para su comercialización Parque Nacional Cimatario Plantas medicinales para curar la viruela, sarampión y granos por alguna alergia En las aguas habitan charales y carpas
Peñamiller	Bosque de pino y encino Matorral desértico micrófilo	Se encuentran yacimientos de oro, plata, cobre, zinc, bauxita, antimonio, mármol y ónix. Bancos de cantera negra, verde y rosa. Plantas con propiedades curativas como el orégano, la damiana gobernadora, la vara de sauz, la tronadora, la palma, el manrubio, la mano de león, el poleo y la uña de gato. Manantiales, grutas, cascadas; vistas panorámicas
Pinal de Amoles	Bosques de pino, encino y cedro blanco Bosque templado Selva baja caducifolia	Selvas bajas proveen de madera, leña y productos no maderables, áreas de pastoreo extensivo Zonas arboladas de pino para recreación Abundantes laderas y pendientes pronunciadas dando origen a numerosas escorrentías y ríos
San Joaquín	Bosque de niebla	Zonas boscosas con gran biodiversidad y bellos paisajes Parque Nacional Campo Alegre, grutas. Abundantes cuerpos de agua, cascadas. Diferentes tipos de suelo rico en humus y muy fértil para la siembra de manzana y durazno
Tolimán	Semidesértico con matorrales Bosque de coníferas	Suelos aptos para la actividad agrícola Abundante existencia de vara de sauz y sabino Río Tolimán y Piedra Honda

Cuadro 1. Tipos de ecosistemas y principales servicios ambientales en los municipios queretanos.

En una segunda etapa se aplicó el método Hanlon modificado para determinar la prioridad y factibilidad de los proyectos productivos para cada municipio, utilizando el formato de cuadro-resumen mostrado en el Cuadro 2.

Problema	Causa	Alternativa de solución	Recursos	Prioridad

Cuadro 2. Resumen de problemas, causas, alternativas, recursos disponibles y prioridad

Una vez priorizadas las necesidades -de acuerdo a los recursos disponibles y prioridad de importancia para la comunidad, en relación con los recursos naturales y la calidad de vida- se identificaron las acciones y proyectos necesarios para darles solución. La prioridad está dada por tres criterios: urgencia, disponibilidad de recursos, interés de la población.

En el Cuadro 3 se presentan las propuestas de proyectos productivos u oportunidades de desarrollo para los habitantes de las comunidades de los municipios con menor índice de desarrollo en el estado de Querétaro.

Municipio	Proyectos productivos (oportunidades de desarrollo)
Amealco	Producción de alimentos mediante agricultura orgánica para pequeños productores Creación de huertos familiares para el autoconsumo. Extracción sustentable de bancos de sillar para la construcción Desarrollos ecoturísticos
Arroyo Seco	Siembra de hortalizas mediante la hidroponía para el autoconsumo Estanques para la crianza de bagre, mojarra y carpa Desarrollos ecoturísticos en la zona de las Adjuntas, manantiales y cascadas Turismo alternativo en el Sótano del Barro
Cadereyta	Siembra de forraje para alimentación y el abasto de la actividad ganadera (ovino y caprino) Desarrollo de huertos de traspatio y nopal verdulero Plantío de nopal para la crianza de cochinilla Producción pesquera con granjas acuícolas Desarrollos ecoturísticos
Colón	Minas de arena y arenilla para fabricar block y tabicón Extracción sustentable de bancos de sillar para la construcción Criaderos de mojarra y carpas, tortugas y ranas Desarrollos ecoturísticos conectando Los Pilonos
Ezequiel Montes	Adopción de nuevas tecnologías para incrementar la productividad agrícola Aumentar la productividad de huertos familiares Cría de ganado bovino y equino Proyectos de turismo alternativo y nuevas rutas turísticas dentro del municipio
Huimilpan	Siembra de maíz con semilla mejorada para pequeños productores Cultivo de árboles frutales orgánicos y plantas medicinales Estanques para la cría de charales y carpas Desarrollo de campamentos ecoturísticos.
Peñamiller	Extracción sustentable de cantera para la construcción Estanques para la cría de truchas Desarrollos ecoturísticos y turismo alternativo
Pinal de Amoles	Desarrollo ecoturístico aprovechando los paisajes extraordinarios Programas para el excursionismo y la exploración, la observación de flora y fauna y el campismo, practicar senderismo y ciclismo de montaña
San Joaquín	Generar una pequeña agroindustria para la elaboración de licores dulces y conservas de manzana Incorporación de nuevas variedades tempranas de manzana para ampliar el mercado Desarrollos ecoturísticos
Tolimán	Producción de nopales, garambullos, biznagas, pitayos y órganos mediante invernaderos Producción de aguacate, guayaba, lima, limón, granada, durazno, nuez e higo Producción artesanal de canastas, tortillero y frutero del tejido de vara de sauz y sabino Desarrollos ecoturísticos

Cuadro 3. Relación de proyectos productivos viables para las comunidades

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se realizó un estudio de los ecosistemas queretanos con el fin de detectar áreas de oportunidades para el desarrollo de proyectos productivos en las comunidades rurales. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico del inventario de los recursos naturales que existen, tipo de flora, fauna, actividades agrícolas actuales, hectáreas de terreno para cultivos, potenciales y en uso, actividades pecuarias y pesqueras, actividades mineras y áreas potenciales de desarrollo.

Se revisaron los programas estatales orientados a mejorar las condiciones de vida de los queretanos que enfrentan algún tipo de pobreza, fondos de inversión para proyectos que incentiven la generación de empleos.

En el último quinquenio, en Querétaro, se han apoyado 202 proyectos que favorecieron a 7,532 empresas emprendedoras. La Secretaría de Desarrollo Sustentable atiende año con año alrededor de 750 personas, de las cuales el 48.5% son emprendedores, lo que demuestra que existe un nicho de oportunidades que aún debe ser aprovechado. En lo que respecta al turismo implica un crecimiento derrama económica de 3.54 veces en diez años, según el Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad del INEGI 2014; entre 2014 y 2015. La derrama económica aumentó en este mismo periodo en un 7%, con base en información de la Secretaría de Turismo, 2015. El comportamiento descrito del sector turismo es una oportunidad para la inversión y el desarrollo de negocios.

### *Conclusiones*

Los resultados demuestran la necesidad de mejorar las condiciones de vida de las comunidades con bajos índices de desarrollo humano en los municipios de Pinal de Amoles, Arroyo Seco, San Joaquín, Peñamiller y Tolimán, principalmente por la alta emigración de sus habitantes por la falta de empleo. Es indispensable reactivar la economía de estos lugares para satisfacer las necesidades de la población de manera sustentable.

Querétaro cuenta con un gran potencial de desarrollo productivo y social, se tiene además un sector agroindustrial, agrícola y ganadero que destacan por su alta competitividad y productividad.

De ahí, que las estrategias y líneas de acción del gobierno estatal deben impulsar el desarrollo de proyectos productivos de acuerdo con las necesidades regionales, promoviendo opciones de empleo para grupos vulnerables.

### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en cuatro actividades productivas que impactan en la población rural: agricultura, acuacultura, minería y turismo. Desarrollando proyectos innovadores que potencien dichas actividades en todas las regiones cumpliendo con las tres dimensiones del desarrollo sustentable: económica, social y ambiental.

Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a los servicios gratuitos que nos proporcionan los ecosistemas para la prosperidad de los grupos más vulnerables o con bajo desarrollo humano, de ahí que se recomiendan las siguientes actividades que se deben hacer en el futuro:

- Promover el emprendimiento social e impulsar las iniciativas de los emprendedores.
- Potenciar el desarrollo agropecuario desarrollando planes de negocios rentables
- Crear y desarrollar empresas mineras de extracción de minerales no metálicos
- Diversificar la actividad turística en el Estado aprovechando su ubicación geográfica estratégica, conectividad y mercado local, nacional e internacional.
- Diversificar el desarrollo de productos turísticos innovadores en los destinos de la entidad.
- Focalizar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

## Referencias

Coutiño, Reynold. *Desarrollo Sustentable*. Segunda Edición. McGraw-Hill. México, D.F. (2009).

Descubre Querétaro Conoce todos nuestros municipios. Gobierno del Estado de Querétaro. Consultado el 3 de septiembre de 2016:  
<http://www.queretaro.gob.mx/municipios.aspx?q=RrRbGx+QAUj0h2pTlA YgBw==>

Índice de Desarrollo Humano Municipal en México. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Marzo 2014.  
<http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf>

Nebel, Bernard J. (2000). *Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible*. &a. edición. Prentice Hall. México.

Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021. Consultado el 3 de septiembre de 2016:  
[http://www.queretaro.gob.mx/BS\\_ped16-21/pdf/planEstatalDesarrollo\\_2016-21.pdf](http://www.queretaro.gob.mx/BS_ped16-21/pdf/planEstatalDesarrollo_2016-21.pdf)

# EL PROCESO DE ORALIZACIÓN EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA POR MEDIO DE GLOBUS 3: ESTUDIO DE CASO INSTITUTO JEAN PIAGET

Dra. Verónica Torres Cosío<sup>1</sup>, M. en C. Clara Guzmán Argomaniz<sup>2</sup>,  
Dra. Sahara Pereyra López<sup>3</sup> y M. en C. Glenda Mirtala Flores Aguilera<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente documento expone los resultados de la intervención llevada a cabo en la ciudad de Zacatecas, Zac., México dentro del Instituto Pedagógico Jean Piaget. Consistió en un estudio de caso con la participación de un alumno de sexo masculino, con Discapacidad Auditiva en su clasificación de hipoacusia mixta, cursando el 5° grado de nivel de Educación Primaria. El objetivo principal fue incluir el software adaptativo Globus 3 en este nivel educativo para ayudar en la oralización de niños con Discapacidad Auditiva. El logro del objetivo se obtuvo a través de la ejecución de los diferentes ejercicios que contiene el programa Globus 3. El proceso de oralización con el apoyo del software, permitió estimular el habla del alumno de una forma efectiva; así mismo se autorizó dentro del instituto la inclusión de dicho software para que fuera utilizado por otros niños con la misma discapacidad.

**Palabras clave**— Oralización, discapacidad auditiva, hipoacusia, inclusión, Globus 3.0

## Introducción

Las leyes y programas educativos vigentes en México consideran de suma importancia, llevar a la práctica la inclusión educativa, esto ha dado la pauta para que cada día se integren a la escuela regular alumnos con discapacidad. Sin embargo, las estadísticas a nivel internacional y nacional muestran poco avance en el nivel de escolaridad que llegan a alcanzar quienes padecen discapacidad, en sus diferentes clasificaciones. Los involucrados en el proceso de enseñanza – aprendizaje, como alumnos, profesores y padres de familia, externan que ante esta situación y bajo estas condiciones, son más los impedimentos a los que se enfrentan, que las facilidades. Los planes y programas educativos aún no son inclusivos, la preparación de los profesores quienes les acompañan y apoyan no es la adecuada a las necesidades educativas y aunado a esto una serie de factores que provienen de los ámbitos familiar y social.

Las iniciativas también plantean que se haga uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como apoyo que facilite el proceso de enseñanza – aprendizaje. Con base a resultados de estudios que han demostrado la eficacia del uso de las TIC en este ámbito, proponen su inclusión en los planes y programas educativos de la escuela regular.

Dado lo anterior, se presenta una intervención educativa con la inclusión de software educativo adaptativo denominado Globus 3, cuyo propósito es facilitar tanto a los profesores como a los alumnos, los procesos de oralización y comunicación.

## Descripción del Problema

### *El problema*

Es importante partir de que la discapacidad auditiva es un problema de salud, que es gradual e indolora y suele desarrollarse lentamente, sin notarse y a cualquier edad.

Esta situación en el ámbito educativo, marca un punto de partida al momento de desarrollar los planes y programas de estudio. Como es sabido, en la actualidad se vive un gran problema en el ambiente de enseñanza-aprendizaje, un gran porcentaje se debe a que los profesores poseen las habilidades para desempeñarse en la escuela regular, pero carecen de capacitación para brindar la atención adecuada a las necesidades de los alumnos.

En las instituciones educativas se cuenta únicamente con programas para alumnos regulares, aún así se consideran inclusivas; pero en muy pocas se considera la inclusión educativa de las TIC, en especial de software

<sup>1</sup> La Dra. Verónica Torres Cosío es Profesora de Tecnología Inclusiva en la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. [manberjac@hotmail.com](mailto:manberjac@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La M. en C. Clara Guzmán Argomaniz es Profesora de Informática en el bachillerato y licenciatura de la Universidad Humanista Viktor Frankl, Zacatecas, México. [LI\\_Clara\\_Guzman@hotmail.com](mailto:LI_Clara_Guzman@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Sahara Araceli Pereyra López es Profesora Evaluación de Tecnología Educativa en la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. [sahara@uaz.edu.mx](mailto:sahara@uaz.edu.mx)

<sup>4</sup> La M. en C. es Glenda Mirtala Flores Aguilera es Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. [glenda@uaz.edu.mx](mailto:glenda@uaz.edu.mx)

adaptativo para personas con algún tipo de discapacidad. Sin embargo cabe destacar, que el Instituto Pedagógico Jean Piaget, se caracteriza por integrar dentro de sus aulas regulares a niños con discapacidad (habla, auditiva, motriz, etc.), sin crear grupos individuales para ellos, generando un ambiente de inclusión en todos los ámbitos y niveles.

No obstante en esta institución como en muchas otras, se carece de software que pueda ser utilizado por niños con discapacidad, sobre todo la auditiva. El contar con un programa educativo que no considera el uso de las TIC en sus procesos de enseñanza – aprendizaje, lo convierte en una limitante ante las iniciativas educativas y las exigencias del mundo actual. El hacer uso de las TIC, que se ha demostrado que facilitan el proceso de enseñanza – aprendizaje, les beneficia en el desarrollo de habilidades que les ayudan a desempeñarse mejor en todos los ámbitos de su vida.

### Objetivos de la Investigación

#### *Objetivo General*

Incluir el programa Globus 3 en Educación Primaria para ayudar en la oralización de niños con Discapacidad Auditiva.

#### *Objetivos Específicos:*

Conocer el programa Globus3 <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>

Instalar Globus 3 como un software aumentativo a los programas regulares <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>

Utilizar Globus 3 por niños con discapacidad auditiva <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>

Desarrollar habilidades de comunicación por medio de Globus 3

Aumentar conocimiento de la presencia de sonido mediante el uso de los ejercicios de Globus 3, estableciendo una serie de palabras relacionadas con imágenes. <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>

Medir los silabeos pronunciados por los niños y tener una estadística de cuantas sílabas fueron al inicio de las sesiones (Ej. 10) y cuantas al final (Ej: 30). <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>

Estimular el habla a través del uso de Globus 3, apoyándose en la lectura labiofasial de su asesor en el uso del programa

Aplicar prácticas de aprendizaje que ayuden a incrementar la oralización de los <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub> niños, solicitando la generación de sonidos.

### Justificación

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1995), señala que entre uno y dos por cada mil de los recién nacidos llegan al mundo siendo sordos profundos o severos. En México el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), reportó en el Censo General de Población y Vivienda 2010, que 16 de cada 100 personas con discapacidad tienen discapacidad auditiva (INEGI 2010, citado por Palacios 2015). El periódico El Informador publicó que en México tres de cada mil nacidos presentan sordera, más los que se agregan por infecciones, accidentes, enfermedades diversas e incluso por el uso de medicamentos.

En Zacatecas, la Central Virtual de Noticias publicó que la Comisión Estatal para la Integración Social de las Personas con Discapacidad (CEISD) en el año 2011 registró 16 mil 936 personas con discapacidad, y de estas el 10.5% lo ocupa la Discapacidad Auditiva.

El problema de audición impacta en gran medida en el crecimiento, desarrollo y educación de quienes lo padecen.

Tomando en cuenta estas estadísticas, es importante incorporar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el entorno de enseñanza – aprendizaje, ya que representa un hecho evidente en nuestra sociedad porque su inclusión conduce a importantes reformas y mejoras en la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva, facilitando la creación de ambientes de aprendizaje modernos que ayuden además a mejorar la calidad de la educación por medio del software adaptativo y aumentativo.

Dado lo anterior se ha considerado importante incluir en los procesos de enseñanza – aprendizaje de los niños DA estudiando la educación primaria, el software adaptativo Globus 3. Se elige este programa porque es de licencia libre y gratuito fundamentalmente educativo cuyo principal objetivo es estimular el habla de niños sordos en algunos casos hasta llegar a leer en voz alta, permite generar un análisis de sus características, sobre todo la intensidad del sonido, brindando una respuesta visual y sonora de sus ejercicios. Ayudando en la oralización y comunicación del usuario de dicho programa.

### La Discapacidad

A través de la historia, las personas con discapacidad han sido consideradas como individuos que requieren la protección de la sociedad, sin embargo muchas veces se les da la espalda. La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) define la discapacidad como un “término genérico que abarca deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones en la participación”. La CIF propone una

clasificación estructurada de discapacidad, para lo que considera las deficiencias físicas, mentales, intelectuales y sensoriales, a éstas últimas corresponde la Discapacidad Auditiva (DA).

### *Discapacidad Auditiva*

La persona que no puede escuchar enfrenta graves problemas para desenvolverse en la sociedad, por las dificultades para detectar e identificar cualquier sonido del habla o del medio ambiente, seguir una conversación y sobre todo comprender el lenguaje oral. Todo esto repercute además en aspectos que forman parte de su vida como: recibir educación, obtener un empleo, acceso a la información, atención médica, trasladarse de un lugar a otro, por citar algunos.

Para Alonso, Gutiérrez, Fernández, y Valmaseda (1991), “la deficiencia auditiva por sí misma no implica un retraso mental, pero va a limitar el desarrollo intelectual del niño y sus posibilidades de comprensión si no se establecen canales de comunicación que favorezcan unas relaciones sociales adecuadas y no se desarrollan estrategias para el procesamiento de la información. El Consejo Nacional de Fomento Educativo (2010) menciona que “esta pérdida repercute en el desarrollo de las habilidades del pensamiento, del habla y del lenguaje, en la conducta, el desarrollo social y emocional, y el desempeño escolar y laboral”.

### *Proceso de oralización en personas con DA*

Las personas sordas tienen a su disposición el área visual, por este motivo su lengua natural es visual gestual como la lengua de señas y no la auditiva verbal, como el lenguaje oral.

Para alcanzar el desarrollo óptimo tanto en el aspecto lingüístico como en el cognitivo y afectivo, la guía para la atención educativa a los alumnos y alumnas con discapacidad auditiva, de la Consejería de Educación y Ciencia, sugieren que se implementen los procesos, actividades y/o estrategias educativas de un código de comunicación, lengua de signos, sistema bimodal (bilingüismo) y palabras complementadas (claves visuales). Las que, si se implementan con el apoyo de las TIC, facilitarán la mejora de la competencia de lenguaje y comunicación, la posibilidad de la realización de tareas repetitivas y la apertura de una puerta hacia la inclusión y a la autonomía personal en el aprendizaje y el acceso a la información. El familiarizarse con la tecnología, facilita la incorporación del sujeto a la sociedad del conocimiento y la integración socio laboral (Cabero, 2002).

### *Las TIC en el Proceso de Oralización*

Compañías de software, instituciones educativas y organizaciones han desarrollado una serie de herramientas, en apoyo a la discapacidad auditiva, en especial en el proceso de oralización, utilizando estrategias o actividades didácticas adecuadas a las necesidades educativas. Así mismo se encuentran disponibles herramientas de tecnología aumentativa y adaptativa, que según Bartual (2010), se utilizan con un fin específico: las que persiguen restituir en cierto modo la función auditiva en el sentido de compensación, o bien si lo que se busca es accesibilidad a toda la información circundante a la persona sorda a través de la visual o estimulación vibrotáctil, a las que se les llamaría técnicas alternativas. Por citar algunos ejemplos: Pequeabecedario, El Simicole, Discriminación Auditiva, Gram, Globus, son herramientas de este tipo.

### *Globus 3*

En la presente intervención se utilizó el Globus 3 (<http://www.xtec.cat/~jlagares/>), se trata de un software libre y gratuito que analiza las características del habla y brinda una retroalimentación en tiempo real. Su principal objetivo es estimular el habla de niños sordos, a través de la emisión de sonidos por el micrófono que podrán ver en la pantalla de la computadora, con diferentes actividades en las que se mide el volumen de la voz, su intensidad y ritmo.

Las actividades de que consta el Globus 3. Son: 1) Percibir la intensidad del sonido (Globos y Grises), 2) Presencia/Ausencia de Voz (Arcoíris, Juego de Rectángulos, Atractor, Fractal de Mandelbrot, Plasma y Viaje en Globo) y 3) Apoyo al aprendizaje del Habla (Chupa Chups, Intensidad duración, Movamos un coche, Carrera, Espectroscopio/Osciloscopio, Comparación de patrones, Sonograma, Frecuencia y Fonemas).

Para esta intervención se utilizaron: Globos, Grises, Arcoíris, Viaje en Globo, Juego de Rectángulos, Chupa Chups, Patrón de comparación, Carrera, Plasma, Atractor, Fractal y Movamos un coche.

### **Metodología**

La intervención educativa que se llevó a cabo en el Instituto Pedagógico Jean Piaget, se ubica en el paradigma cualitativo, a través de un estudio de caso. Con esta estrategia se pretende comprender las dinámicas presentes en contextos singulares, puede considerarse un estudio único de caso o de varios casos, en la que se combinan diferentes métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el objetivo de describir, verificar o generar teorías (Martínez, 2006).

### *Muestra*

Para la selección de la muestra se tomó en cuenta el muestreo no probabilístico (Kerlinger y Lee, 2002), de esta manera se seleccionó un alumno con discapacidad auditiva en su clasificación e hipoacusia mixta, de sexo masculino, edad de 11 años y cursando la educación primaria, a quien se le nombra con el seudónimo de Jacinto.

### *Instrumentos*

Para la obtención de información relevante, se utilizaron los instrumentos de a) entrevista de comunicación verbal, b) cuestionario al alumno, c) cuestionario a los profesores y d) prueba con Globus 3.

## **Comentarios Finales**

### *Resumen de resultados*

El tipo de tareas que se realizaron fueron las de: a) visualización (practicando volumen de voz, intensidad y ritmo); b) tareas de emparejamiento (dibujo/palabra, dibujo/audio y palabra/audio); c) tareas de repetición y d) tareas de identificación de las partes del cuerpo.

En la tabla 1, se muestran los ejercicios, el desarrollo y resultados de las actividades de Globus 3 que el alumno realizó para estimular la oralización.

Tabla 1. Ejercicios de oralización con Globus 3.

Ejercicios con Globus 3	Desarrollo	Resultados obtenidos
Globos	Repetición de palabras con una dos sílabas: papá, mamá, casa, foca, masa y sol.	En la primera práctica la voz de Jacinto muestra poca intensidad, en la última sesión y con el mismo ejercicio se observó la presencia de voz, intensidad y se mostró mejoría en el habla
Grises	Repetición de palabras: sol, lápiz, rana, ddo, sapo.	En la primera práctica, el Globus 3, muestra una pantalla negra al no percibir sonido. En la última sesión de trabajo y con el mismo ejercicio, la pantalla cambia de color a rojo, lo que se interpreta que detectó sonido y por lo tanto avanza en el habla de Jacinto.
Arcoiris	Repetición de palabras con una dos sílabas: papá, mamá, casa, foca, masa y sol.	En la primera práctica Globus 3 no detecta el sonido y muestra una pantalla en blanco, en la última sesión y con el mismo ejercicio se hizo presente la voz de Jacinto, en la pantalla se observa un arcoiris.
Juego de rectángulo	Repetición de palabras: sol, lápiz, rana, dado, sapo.	Globus 3, detecta una voz débil de Jacinto y muestra en pantalla un rectángulo pequeño, en la última sesión, se detecta la voz y en la pantalla se muestran 7 rectángulos y de mayor tamaño, lo cual se interpreta como un avance en el habla.
Atractor	Repetición de las palabras del cuerpo humano: cara, mano, pie, dedo, pelo, uña.	En este ejercicio se muestran en pantalla una imagen con líneas delgadas, lo que significa que la voz ya no es tan débil como en los anteriores, sin embargo en la última sesión con el mismo ejercicio, la voz de Jacinto fue más intensa y la imagen se observa en pantalla con mayor definición.
Fractal	Repetición de palabras del cuerpo humano: rodilla, hombro, ojo, nariz, boca, oreja.	La pantalla de Globus 3 se muestra en blanco, debido a que no detecta voz de Jacinto. En la última sesión y con el mismo ejercicio, se logró captar un poco las palabras, en la pantalla se visualiza una barra vertical de color negro.
Plasma	Repetición de palabras del cuerpo: cara, mano, pie, dedo, pelo, uña.	El Globus 3, no detecta las palabras de Jacinto y muestra la pantalla en blanco; en la última sesión y con el mismo ejercicio la pantalla se cubre por completo con una imagen de plasma, ya que Jacinto pronunció con mayor intensidad las palabras.
Viaje en Globo	Repetición de palabras de las partes del cuerpo: rodilla, hombro, ojo, nariz,	El gráfico que se observa en la primera sesión son una ondas cuadradas muy tenues, detecta Globus 3 la presencia de voz; en la última sesión y con la misma

	boca, oreja.	práctica las ondas cuadradas son remarcadas porque Jacinto muestra una mejoría en la oralización.
Chupa Chups	Repetición de palabras de los integrantes de su familia: papá, mamá, Ximena, hermana, abuelita, abuelito.	Al ser palabras con dos y más sílabas se incrementa el grado de dificultad para Jacinto. Aún así en la pantalla de Globus 3 se observa presencia de sonido al mostrar 6 paletas; pero en la última sesión y con el mismo ejercicio en la pantalla se visualiza llena de paletas debido a que Jacinto pronunció con mayor intensidad las palabras.
Carrera	Repetición de palabras de los integrantes de su familia: papá, mamá, Ximena, hermana, abuelita, abuelito.	En este ejercicio, Jacinto inició la repetición de palabras del grupo familiar, además de otras que se venían a su mente de forma espontánea. En la pantalla se visualiza una carrera entre dos coches, el de Jacinto muestra avance desde la primera sesión, en la última sesión el coche de Jacinto gana la carrera.
Comparación de patrones	Repetición de palabras de los integrantes de su familia: papá, mamá, Ximena, hermana, abuelita, abuelito.	En este ejercicio Jacinto no mostró interés por realizarlo, por lo que se tomó la decisión de interrumpirlo

Al realizar un comparativo de los ejercicios realizados por Jacinto entre la primera sesión y la última, se observa un avance significativo. Cabe señalar que los ejercicios con las palabras del cuerpo, se hizo uso de la mímica en donde el facilitador le señalaba a Jacinto la parte del cuerpo que debía repetir, lo cual indicó que fue más fácil avanzar en el proceso de oralización.

#### Conclusiones

La inclusión educativa sigue siendo un tema en el que se debe avanzar, como las estadísticas lo muestran, falta mucho por hacer en pro de las personas con discapacidad auditiva. Con esta intervención se demuestra una vez más que las TIC son un gran apoyo en procesos de enseñanza - aprendizaje, deben ser incluidas en las instituciones educativas, asociaciones y en la propia familia, como en este caso del Instituto Jean Piaget, que permitió el uso de Globus 3 para llevar a cabo la oralización de alumnos con discapacidad auditiva y cuyos resultados fueron exitosos.

La capacitación de los profesores que participan en la escuela regular, debe ir más allá con la actualización constante en tema de atención a los alumnos con discapacidad y en el uso de las TIC como apoyo que facilite y atienda a cada alumno de acuerdo a sus necesidades.

Se puede concluir diciendo, que para que realmente exista una inclusión dentro de las instituciones educativas, se debe comenzar desde las propias aulas, iniciando por el cambio de mentalidad de los actores involucrados, seguido de modificaciones en las planeaciones curriculares y en la cultura de la sociedad que envuelve a los niños con discapacidad, para así poder trascender la esfera educativa.

#### Referencias bibliográficas.

- Alonso, P. Gutiérrez, A. Fernández, A. Valmaseda, M. (1991). *El alumno con problemas de audición*. Madrid: MEC. CUREE.
- Kerlinger, F. N. & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales*. Mexico: McGrawHill.
- Martínez, C. P. C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*. 20, 165 – 193. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>
- Bartual, A. (2010). *Tecnologías de Ayuda para Personas con Discapacidad Auditiva*. Recuperado de: <https://abrahambartual.wordpress.com/ayudas-tecnicas-en-sordera/>
- Cabero, J. (2002). *Los medios tecnológicos como elemento curricular para responder a la diversidad del alumnado*. Recuperado de: <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/mtecnolo.pdf>
- Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (2001). *Recuperado de:* [http://conadis.gob.mx/doc/CIF\\_OMS.pdf](http://conadis.gob.mx/doc/CIF_OMS.pdf)
- Consejo Nacional de Fomento Educativo (2010). *Discapacidad auditiva. Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*. Recuperado de: <http://www.conafe.gob.mx/educacioncomunitaria/programainclusioneducativa/discapacidad-auditiva.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2010). *Discapacidad en México*. Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2004). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente*. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf>
- Palacios, J. (2015). *Compartir Signos. Apréndelo viendo, compartiendo un lenguaje*. Recuperado de: <http://compartirsignos.blogspot.mx/p/probando.html>

# La Contabilidad Gubernamental y la Rendición de Cuentas

Dra. Elsa Torres Cuevas

**RESUMEN.** Esta investigación documental fue realizada analizando decretos, leyes, información de instituciones fiscalizadoras, autores clásicos en el ramo de la Administración Pública, la fiscalización y la rendición de cuentas; es potestad del ciudadano común y corriente conocer cómo se gastan los dineros públicos, y como ejercen gasto público los depositarios. Ese instrumento técnico que permitirá una adecuada fiscalización es la contabilidad gubernamental aprobada en 2008. Es obligatorio su uso en los tres niveles de gobierno y mide no el correcto uso del gasto público y la eficiencia con que este fue utilizado, en este formato deberá presentarse la cuenta pública, documento que refiere la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, art. 74. Se señala la participación de la ciudadanía para combatir la corrupción, los conflictos de interés y no permitir que otros sigan tomando las decisiones estratégicas.. Históricamente la corrupción, tráfico de influencias y conflictos de interés en el estudio se reportan en las Instituciones Públicas, siendo notoria mayor ética y responsabilidad en empresas extranjeras y privadas. Desgraciadamente el cáncer que corroe a la clase política es la impunidad y la corrupción, cobijada ampliamente por los partidos políticos que tienen sumido al pueblo mexicano en la ignorancia, servilismo y pobreza.

**PALABRAS CLAVE:** Fiscalización, Presupuesto, Transparencia, Confianza, Corrupción

La fiscalización superior y la rendición de cuentas, constituyen elementos fundamentales de las democracias modernas, pues su observancia permite elevar la credibilidad social sobre las instituciones, fortalecer el marco institucional y jurídico del Estado, favorecer la probidad y eficiencia en el quehacer público, y refrendan la vocación democrática de la ciudadanía. La fiscalización, figura clave en el ejercicio de la gestión financiera es la herramienta que permite la óptima administración de los dineros del Pueblo. La Contabilidad Gubernamental es una rama de la Teoría General de la Contabilidad que se aplica a las Organizaciones del sector Público, que serán motivo de fiscalización por el ejercicio de la gestión del gasto público. El Sistema de Contabilidad Gubernamental se fundamenta en el artículo 73 fracción XXVIII de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para efectos de la LGCG se entiende por cuenta pública al documento a que se refiere el artículo 74, fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; así como el informe que presentan los tres niveles de gobierno. Su objetivo es limpiar de corrupción nuestra patria querida, acompañados de una sociedad informada, es el resultado natural del uso eficiente de esta herramienta.

## Antecedentes de la Fiscalización en México

La fiscalización, figura clave del cuidado del funcionario en el ejercicio de la gestión financiera, data en México de tiempos anteriores a la Colonia. (Zamorano, 2013.) Es en el México independiente donde se sientan las bases de la naciente república en el rubro de la recaudación y fiscalización (Serrano, et al 1998), quien señala: La nula o escasa transparencia en el ejercicio del gasto público. Respecto a este señalamiento debo acotar lo que nos dice el CIDE: *“El sistema tributario mexicano es muy complejo”*<sup>1</sup> Es en 1824 que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos da lugar a la creación de la Contaduría Mayor de Hacienda misma instancia que promovió los Tribunales de Cuentas. (ASF, 2009.) Diversas reformas a la Constitución en lo relativo a las facultades exclusivas de la H. Cámara de Diputados y a las leyes orgánicas de la Contaduría Mayor de Hacienda de 1904, 1936 y 1978, fueron los soportes jurídicos que dieron vigencia a la fiscalización superior en el siglo XX. A partir de la aprobación de la reforma constitucional de 1999, se tuvo un intenso trabajo legislativo para diseñar la ley reglamentaria, promulgándose, en el año 2000, la Ley de Fiscalización Superior de la Federación, la cual precisa un marco renovado de facultades y fija el nombre a la Auditoría Superior de la Federación, (ASF, et al 2009). (Pérez et al 2001), Cuadro 1. Reportaron que el índice de transparencia presupuestaria desarrollado por un grupo de instituciones civiles y académicas de cinco países revela que Argentina, Brasil, Chile, México y Perú tienen niveles insatisfactorios en la transparencia de su gasto público. Por otra parte, el estudio indica que la ciudadanía está ausente en el proceso presupuestario y exhibe deficiencias en los sistemas de rendición de cuentas y de producción de información accesible y oportuna sobre el uso de los recursos públicos.

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Docencia Económica.

**ORGANISMOS E INSTITUCIONES PARTICIPANTES cuadro 1**

País	Institución
Argentina	Poder Ciudadano
Brasil	El Instituto Brasileiro de Analices Sociais e Economicas (IBASE)
Chile	El Departamento de Economía de la Universidad de Chile
Perú	El Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico
México	CIDE

Es, en este contexto que nace la Ley General de Contabilidad Gubernamental (C.F.F., 2008.) La Contabilidad Gubernamental es una rama de la Teoría General de la Contabilidad que se aplica a las Organizaciones del sector Público, que serán motivo de fiscalización por el ejercicio de la gestión del gasto público. El Sistema de Contabilidad Gubernamental (SCG) se fundamente en el artículo 73 fracción XXVIII de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que, dentro de las facultades del Congreso, establece las de “Expedir leyes en materia de Contabilidad Gubernamental, que regirán la contabilidad pública y la presentación homogénea de la información financiera, de ingresos y egresos así como patrimonial, con el fin de garantizar su armonización a nivel nacional”. A la par que el Congreso de la Unión aprobó La Ley General de Contabilidad Gubernamental cuya función es regir en la materia fiscalizadora a los tres órdenes de Gobierno, crea el Consejo Nacional de Armonización Contable CONAC, órgano de coordinación para la Armonización de la Contabilidad Gubernamental y lo faculta para la emisión de normas contables y lineamientos para la generación de información financiera que aplicaran los entes públicos. El Sistema de Contabilidad Gubernamental (SCG) está conformado por el conjunto de registros, procedimientos, criterios e informes estructurados sobre la base de principios técnicos comunes, destinados a captar, valorar, registrar, procesar, exponer e interpretar en forma sistemática las transacciones, transformaciones y eventos identificables y cuantificables que, derivados de la actividad económica y expresados en términos monetarios modifican la situación patrimonial de los entes públicos.

**Nacimiento de la Cuenta Pública.**

Para efectos de la LGCG se entiende por Cuenta Pública al documento a que se refiere el artículo 74, fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; así como el informe que en términos del artículo 122 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos rinde el Distrito Federal y los informes correlativos que, conforme a las constituciones locales, rinden los estados y los municipios” *El 16 de noviembre de 2009 se conmemora el 185 aniversario de la creación de la institución del Poder Legislativo encargada de la revisión y fiscalización del uso y destino de los recursos públicos que se autorizan para el impulso del desarrollo nacional y el bienestar de la población.*<sup>2</sup> La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1824 da lugar a la creación de la Contaduría Mayor de Hacienda misma que, durante el siglo XIX, registró diversas transformaciones mediante decretos que promovieron la formación de Tribunales de Cuentas y posteriormente la reconstitución a su denominación original. Su primera ley orgánica data de 1896, la que establecía las obligaciones, las atribuciones y la planta de empleados de la Contaduría Mayor de Hacienda este, era un ordenamiento que respondía a su tiempo y a las circunstancias económicas, políticas y sociales imperantes en el país, instituyéndose, por primera vez, una legislación reglamentaria del mandato constitucional; diversas reformas a la Constitución en lo relativo a las facultades exclusivas de la H. Cámara de Diputados y a las leyes orgánicas de la Contaduría Mayor de Hacienda de 1904, 1936 y 1978, fueron los soportes jurídicos que dieron vigencia a la fiscalización superior en el siglo XX. Sin embargo el acelerado crecimiento de las Instituciones Públicas, así como el reclamo de la Sociedad en su conjunto, permearon las condiciones para lograr que la CPEUM se modificara, reformara para la creación de la LGCG. Punto que cito a continuación: **1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. DECRETO QUE REFORMA, ADICIONA Y DEROGA DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA**

<sup>2</sup> ASF. Fiscalización Superior en México Reformas a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y a la Ley Reglamentaria

**CONSTITUCIÓN (DOF 7 DE MAYO DE 2008) Artículo 73. El Congreso tiene facultad: I. a XXVIII. . Para expedir leyes en materia de contabilidad gubernamental que regirán la Contabilidad pública y la presentación homogénea de información financiera, de ingresos y egresos, así como patrimonial, para la Federación, los estados, los municipios, el Distrito Federal y los órganos político-administrativos de sus demarcaciones territoriales, a fin de garantizar su armonización a nivel nacional”** Publicándose con los dos transitorios, mismo que transcribo tal cual fueron redactados: **“XXIX. a XXX. TRANSITORIOS. PRIMERO. El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, salvo lo previsto en el transitorio tercero siguiente. SEGUNDO. El Congreso de la Unión, así como las legislaturas de los Estados y del Distrito Federal, deberán aprobar las leyes y, en su caso, las reformas que sean necesarias para dar cumplimiento a lo dispuesto en el presente Decreto, a más tardar en un plazo de un año, contado a partir de la fecha de entrada en vigor del mismo, salvo en el caso de lo dispuesto en el artículo 74, fracción IV constitucional.”** Estamos en el parte aguas del trabajo de la Fiscalización de la Cuenta Pública en México, toda vez que el instrumento denominado LGCG, permitirá que las Instituciones Públicas que ejerzan gasto público, rindan de modo sistemático, detallado, organizado todas las operaciones Financieras del gasto público ejercido. Transcribo la Exposición de Motivos presentada con motivo de la publicación del Decreto en comento: **El 7 de mayo del año en curso, se publicó el decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual adiciona la fracción XXVIII al artículo 73 de nuestra carta magna para facultar al Congreso para expedir leyes en materia de contabilidad gubernamental que regirán la contabilidad pública y la presentación homogénea de información financiera, de ingresos y egresos, así como patrimonial, para la Federación, los estados, los municipios, el Distrito Federal y los órganos políticos administrativos de sus demarcaciones territoriales, a fin de garantizar su armonización a nivel nacional. De esta manera, se da respuesta a una prioridad compartida por los órdenes de gobierno que, comprometidos con la transparencia y rendición de cuentas, disponen ya de un pilar constitucional para superar la heterogeneidad conceptual, normativa y técnica prevaleciente en sus sistemas contables y de rendición de cuentas. Es claro que sólo con información comparable, no solamente los ciudadanos podrán evaluar con certeza los resultados que arroje la gestión de sus gobernantes, sino que además tendrán, en la contabilidad gubernamental, un instrumento clave para la toma de decisiones, al sustentarse en reportes compatibles y congruentes, adaptados en su base técnica y a las mejores prácticas nacionales e internacionales de administración financiera Bajo este marco, la contabilidad gubernamental dejará atrás la idea de que su propósito sólo es la generación de información para la integración de las cuentas públicas en los distintos niveles de gobierno. Con esta iniciativa, se propone que con la contabilidad gubernamental será un instrumento clave, permanente y recurrente en la toma de decisiones, por lo que se somete a consideración de esa soberanía un sistema de contabilidad que cuenta con las siguientes características técnicas”.**

#### **Órganos Fiscalizadores.-**

**Las entidades fiscalizadoras superiores.** Son órganos públicos encargados de fiscalizar la regularidad de las cuentas y gestión financiera públicas. En ocasiones también se les asignan funciones jurisdiccionales, para juzgar y hacer efectiva la denominada responsabilidad contable. En la mayoría de los Estados existen instituciones de este tipo, con similares características. Estas, en algunos casos, incorporan ambas funciones, de fiscalización y enjuiciamiento, y, en otros, exclusivamente la función fiscalizadora y se organizan en forma colegiada o mediante un órgano unipersonal, cuyos titulares o integrantes poseen un mandato que puede ser limitado en el tiempo o de carácter vitalicio. A nivel nacional, son entidades fiscalizadoras superiores típicas: los Tribunales de cuentas del ámbito europeo continental y las contralorías generales de las repúblicas latinoamericanas, en el área anglosajona se puede mencionar a La National Audit Office del Reino Unido y y la *Government Accountability Office* de Estados Unidos. En el ámbito internacional cabe destacar el papel de la Organización Internacional de las Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI, por sus siglas en inglés), una organización no gubernamental con un estatus especial con el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, que agrupa a entidades fiscalizadora superiores de todo el mundo, con subgrupos de carácter regional, como la EUROSAI, la OLACEFS (Latinoamérica y el Caribe), la ARABOSAI, que se preocupa de emitir normas, organizar congresos y de promover estudios en el ámbito de la fiscalización. Al respecto debe destacarse la "Declaración de Lima sobre las líneas básicas de la fiscalización" y la "Declaración de México sobre Independencia de las Entidades Fiscalizadoras Superiores". Su actuar se constriñe básicamente en fiscalizar, asesorar e informar. Fiscalizar es llevar el control de los recursos públicos ejercidos en el pasado que permitan hacer recomendaciones para el futuro. Asesorar es acompañar el ciclo financiero de los poderes públicos desde el diseño y la aprobación; mientras que: Informar es rendir cuentas ante la sociedad. En México existen 32 Entidades Fiscalizadora de cada Entidad Federativa que integra la Federación que están reguladas por el art. 115 De la CPEUM que a la letra transcribo: **“Los estados adoptaran, para su régimen**

*interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa.” Cuadro 2*

1.	Aguascalientes	17.	Morelos
2.	Baja California	18.	Nayarit
3.	Baja California Sur	19.	Nuevo León
4.	Campeche	20.	Oaxaca
5.	Chiapas	21.	Puebla
6.	Chihuahua	22.	Querétaro
7.	Coahuila	23.	Quintana Roo
8.	Colima	24.	San Luis Potosí
9.	Distrito Federal	25.	Sinaloa
10.	Durango	26.	Sonora
11.	Guanajuato	27.	Tabasco
12.	Guerrero	28.	Tlaxcala
13.	Hidalgo	29.	Tamaulipas
14.	Jalisco	30.	Veracruz
15.	Edo. De México	31.	Yucatán
16.	Michoacán	32.	Zacatecas

Y la Auditoría Superior de la Federación, entidad fiscalizadora cuyo actuar se regula por el artículo 79 de la CPEUM: *“La Auditoría Superior de la Federación de la Cámara de Diputados, tendrá autonomía técnica y de gestión en el ejercicio de sus atribuciones y para decidir sobre su organización interna, funcionamiento y resoluciones, en los términos que disponga la ley. La función de Fiscalización será ejercida conforme a los principios de legalidad, definitividad, imparcialidad y confiabilidad. La Auditoría Superior de la Federación podrá iniciar el proceso de Fiscalización a partir del primer día hábil del ejercicio fiscal siguiente, sin perjuicio de que las observaciones o recomendaciones que, en su caso realice, deberán referirse a la información definitiva presentada en la cuenta pública.”*

#### **La Transparencia en la Rendición de la Cuenta Pública.**

La Intención de Legislador al aprobar la LCG e implementar su uso obligatorio es que quienes administran los recursos públicos lo hagan con la mayor transparencia y no se incurran en actos de robo y corrupción. *Rendición de cuentas es una traducción imperfecta del término “Accountability” Aplicado al asunto público, la entendemos como un sistema que obliga, por una parte al servidor público a reportar detalladamente sus actos y los resultados de los mismos y por otra parte, dota a la ciudadanía de mecanismos para monitorear el desempeño del servidor público. ( Hofbauer y Cepeda, 2003.)* El Gobierno mexicano a partir del 2008, fecha en que es aprobada la LCG, crea organismos, Leyes y cuerpos que vienen a fortalecer la multicitada rendición de cuentas de modo transparente y eficaz. El CONAC, Consejo Nacional de Armonización Contable; la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH) de aplicación supletoria de la LGCG, las normas nacionales e internacionales de información financiera y las normas emitidas por el CONAC, DOF 2013 ; con la finalidad de impulsar los trabajos de los entes públicos de todo el país en esta materia. No obstante a lo anterior se ha dificultado de modo ponderado el uso y aplicación de estas herramientas por lo misma idiosincrasia de quienes ejercen gasto público. Es conveniente mencionar al FMI que ha definido lineamientos con respecto a la transparencia fiscal <sup>3</sup>

<sup>3</sup> FMI. Código revisado de buenas Prácticas de transparencia Fiscal 2001.

- 1) *La clara definición de funciones y responsabilidades.- Con el objetivo de evitar usurpación de las mismas y que se promueva la rendición de cuentas;*
- 2) *El acceso a la información.- Debiendo proporcionar al público información completa sobre las operaciones fiscales, pasadas actuales futuras del gobierno, además de contraer el compromiso de divulgar paralelamente información sobre las Finanzas Públicas.*
- 3) *La transparencia en la preparación, ejecución y publicación del presupuesto.*
- 4) *Las Garantías de Integración.- Con el objetivo de proveer al público de información de calidad, veraz y susceptible de ser evaluada por organizaciones independientes.*

Pero que es la Transparencia? Transparencia significa que las razones de toda decisión gubernamental y administrativa, así como los costos y recursos comprometidos en la aplicación de esa decisión, son accesibles, claros y se comunican al público en general.

( Internacional Budget Project ).

Queda claro que con este concepto la transparencia atañe a la cosa pública, a los dineros que el administrador público ejerce a través del presupuesto que se le otorga para realizar actividades en beneficio de la colectividad, del pueblo.

Veamos ahora que nos dice Ugalde en relación de la Rendición de Cuentas<sup>4</sup> *“Es la obligación permanente de los Mandatarios o agentes que llevan a cabo como resultado de una delegación de autoridad, que se realiza mediante el contrato formal o informal y que implica sanciones en caso de Incumplimiento”*.

Tenemos pues el binomio perfecto; que deberá ser el resultado de la Democracia. En la que la sociedad civil se mantendrá informada a través de una rendición de cuenta pública transparente y los mandatarios, esto es los funcionarios públicos cumplirán las especificaciones de los mandantes, los ciudadanos, en su potestad de ser quienes proveen a la cosa pública los recursos motivo de la rendición de cuentas.

Basta de dilapidar para beneficio particular el presupuesto, bajo el auspicio del manto de la corrupción y el desmedido afán de ese enriquecimiento lacerante y lleno de mal uso y carencia de control en el ejercicio del gasto público.

#### **México en el concierto de las naciones.**

La corrupción es: “un acto entre dos agentes racionales que se desarrolla de forma tal que un tercer agente busca prevenirlo, controlarlo y sancionarlo porque tiene efectos negativos sobre otros miembros del sistema y sobre el buen funcionamiento de las instituciones que los vinculan”. **(BID, 2010)**.

Esta definición rebasa la concepción individual del fenómeno para situarlo en el campo de las interacciones.

Que es pues, la Corrupción? En relación a esta nos refiere: Klitgaard (1998: 74) “la ecuación básica de la corrupción está determinada por una amplia discrecionalidad en torno a las facultades de un agente público, que no cuenta con límites en los criterios de decisión que orientan su conducta y no existen instrumentos que lo obliguen a rendir cuentas. Todo ello genera un terreno fértil para actividades que trastocan la probidad pública (Castillo, 2003).

De acuerdo con lo anterior, el combate a la corrupción refiere al diseño e implementación de instrumentos que fijan los términos de actuación de los servidores públicos con apego a la norma, así como la determinación de agentes o instituciones encargadas de prevenir, controlar y sancionar el abuso de la función pública. Lo anterior supone: (i) Identificar a aquellos agentes receptores de los beneficios y los costos de la corrupción; (ii) Definir los actores que buscan impedir la comisión del acto ilícito y las herramientas con que cuentan para ello; así como (iii) Establecer los incentivos e intereses que determinan el actuar de cada uno de ellos **(BID, 2010)**.

Expongo una serie de aseveraciones y señalamientos que podemos manejar como lo que se pondera como agentes causales del fenómeno de la Corrupción.

---

<sup>4</sup> Ugalde L. Rendición de Cuentas y Democracia.- El Caso de México. México. IFE. 2002

INDICADOR	¿QUE MIDE?	¿COMO LO MIDE?	CALIFICACION MEXICO	IMPLICACIONES/PRINCIPAL DEBILIDAD
Índice de la Percepción de la Corrupción (Trasparencia Internacional)	Mide el nivel de corrupción basado en la percepción de expertos y ciudadanos Escala: 0 a 10	De forma subjetiva a través de encuestas, empleando datos de 14 fuentes de información generada por 12 Instituciones	1995-3.2 2000-3.3 2005-3.5 2010-3.1 2011-3.0	Repetidamente México ha ocupado una posición baja del IPC y ha mantenido una puntuación cercana a cero, con la cual se percibe corrupción en factores como la aplicación de leyes contra la corrupción, acceso a la información y conflicto de interés, El IPC no presenta una medición concreta de la corrupción y no distingue entre diversos tipos de corrupción
Índice Nacional de corrupción y buen gobierno. (Trasparencia Mexicana)	Mide la corrupción en trámites y servicios públicos. Escala:+10 a 100	De forma subjetiva a través de la percepción de ciudadanos sobre 35 servicios públicos ofrecidos por los tres niveles de gobierno y por particulares,	2001-10.6 2003 - 8.5 2005 - 10.1 2007 - 10.0 2010 - 10.3	La frecuencia de corrupción en los tramites registrados por la encuesta en los últimos tres años, la cual trae consigo costos considerables para los hogares, sobre todo para los de menor ingreso. El INCBG solo abarca tramites gubernamentales y no identifica problemas institucionales para cada sector/ dependencia/ publica que pueden propiciar una mayor frecuencia en el pago de sobornos.
Global Integrity Report. CGI	Evalúa la existencia de mecanismos anticorrupción a nivel nacional. Escala: 0 a 100	De forma objetiva a través de la evaluación de las garantías institucionales de anticorrupción y gobernabilidad presentes en un país para prevenir, controlar o castigar la corrupción	2004 - 75 2006 - 65 2007 - 63 2009 - 72 2011 - 68	Si bien existe una mejor fortaleza institucional para combatir la corrupción, la rendición de cuentas del gobierno mexicano y la regulación son muy débiles. La brecha entre las leyes y su implantación sigue siendo considerable. No tiene cobertura global y no evalúa sectores específicos. Así mismo su enfoque es mas a Instituciones públicas que en Instituciones privadas.
World Governance Indicators. (Banco Mundial)	Mide el grado de gobernabilidad en un país en términos de rendición de cuentas, calidad regulatoria, Estado de derecho y control de la corrupción entre otros. Escala: 0 a 100+	De forma objetiva a través de la evaluación de mecanismos y derechos que deberían estar presentes en un país determinado para asegurar los estándares mínimos de gobernabilidad	Dimensión: Control de la corrupción 1996 - 37.6 1998 - 41.0 2000 - 51.2 2002 - 51.2 2003 - 53.2 2004 - 47.8 2005 - 49.3 2006 - 50.2 2007 - 51.0 2008 - 49.5 2009 - 46.9 2010 - 44.0 2011 - 37.6	El control de corrupción en México muestra una caída de casi seis puntos en los últimos diez años. Este es un indicador que refleja como el poder público se emplea frecuentemente para fines privados, y es indicativo en cierta medida de la captura del Estado por elites e intereses privados. Las definiciones de los indicadores primarios de gobernabilidad de esta medición no son claras y existe un componente subjetivo en la medida que incluye algunas encuestas.

En esta tesis, es pues, la falta de controles por parte del Poder Público y obviamente los agentes del poder público que interactúan para generar como resultado el lacerante fenómeno de la corrupción.

A continuación presento como se visualiza a México sobre la Corrupción y la Gobernabilidad.<sup>5</sup> México desde la óptica nacional e internación de los indicadores sobre corrupción y gobernabilidad <sup>6</sup> **Cuadro 3.**

Las autoras señalan tanto a nivel interno como externo al poder público, a sus funcionarios que han arribado a detentar este poder para sus interés personales, intereses privados que nada tienen que ver con lo que a su asignación

<sup>5</sup> Jaime Edna, Avendaño Eréndira, García Mariana. RENDICION DE CUENTAS Y COMBATE A LA CORRUPCION. Cuaderno 6 pp. 22 y 23, 2010.

<sup>6</sup> En las ediciones se consideran: Encuestas realizadas a expertos y ciudadanos, y se observan los Índices de Corrupción y Gobernabilidad. Así como a la corrupción en los tramites en empresas públicas. Se observa el grado de gobernabilidad en el Estado-Gobierno (Governance Matters). Y la medición del marco legal anticorrupción y su implementación, ( Global Integrity). Elegí esta representación gráfica, porque participan empresas naciones y extranjeras y pretendo ejemplificar como se observa desde el exterior al fenómeno de la corrupción, asi como desde adentro por la sociedad mexicana.

como mandatarios en los tres niveles, llámese Presidente de la Nación, Gobernador de una Entidad Federativa, Presidente Municipal, Secretario de Gobierno etcétera. En lo que menos piensa es en servir a los intereses de sus gobernados. Triste realidad, y más aún que teniendo los elementos de control, aún no hemos visto que a la clase política se le aplique las sanciones de las que habla la ley por el *peculado*<sup>7</sup> que hacen gala. Ante tal avalancha de técnicas, leyes, normas y modificaciones a nuestra ley suprema para atemperar la desbordante avaricia y corrupción en quienes el pueblo ha depositado su confianza y sus afanes, cito al ilustre florentino *Maquiavelo*,<sup>8</sup> que al hecho se remite y dice:

***“Los hombres hacen el bien por fuerza; pero cuando gozan de los medios y libertad para ejecutar el mal, todo lo llenan de confusión y desorden (...) Si dicha propensión está oculta algún tiempo, es por razones desconocidas o por falta de motivo para mostrarse; pero el tiempo, maestro de todas las verdades, la pone pronto de manifiesto (...) Bien estudiados tales sucesos por los legisladores de las repúblicas o de los reinos, les inducirán a dictar medidas que refrenen rápidamente los apetitos humanos y quiten toda esperanza de impunidad a los que cometan faltas arrastrados por sus pasiones.”***

#### **CONCLUSIONES.**

No hay peor ciego, que el que no quiere ver, adagio popular que ilustra la realidad de los álgidos temas de la corrupción. Los conflictos de interés, sobornos, peculado, tráfico de influencias por mencionar algunos de la gran lista que detallada es interminable, indiscutiblemente no todo es culpa de los políticos, funcionarios, mandatarios, dado que la sociedad ha sido permisiva hasta el hartazgo, para observar estas expresiones de la corrupción, bien se comenta ***“Que los Pueblos tienen los gobiernos que se merecen”*** por esta actitud pasiva, indiferente y vale nada de quienes nos gobiernan, Una sociedad informada, participativa, pendiente de los sucesos económicos, políticos, sociales será en mi humilde opinión, la solución en parte a tanto acto de corrupción. La creación de consejo ciudadanos, observatorios, vecino vigilante incidirían a disminuir estos temas que abordo, vernos como parte articulada de un todo, trabajar, analizar, participar de modo respetuoso pero también político para no caer en la vieja usanza tan llevada y traída ***“el que no tranza no avanza”***. Dejemos atrás las mojigaterías que esto que está sucediendo en nuestra país no es incumbencia de todos; claro que lo es, de lo contrario no se hubiera incrementado el porcentaje de mexicano que viven en pobreza extrema, de niños limpiando parabrisas en las calle y avenida, el doloroso tráfico de niños y niñas, despierta vecino, vecina, compañero y compañera es tiempo que la voz del pueblo y la ciudadanía se haga escuchar desde tu tribuna en la tarima escolar, tu puesto de mercancías, tu taxi, autobús, etc. No permitamos que otros sigan decidiendo el futuro de todos los mexicanos.

#### **Obra Consultada:**

1. Auditoria Superior de la Federación. ASF. 2009
2. Centro de Investigación y Docencia Económica. CIDE
3. Código revisado de buenas Prácticas de transparencia Fiscal Fondo Monetario Internacional. 2001.
4. Del Castillo, Arturo. Medición de la corrupción: Un indicador de la Rendición de Cuentas. Serie Cultural de la Rendición de Cuentas. Libro 5. p.17. 2003
5. Discursos sobre la Primera Década de Tito Livio, Obras Políticas, La Habana, Instituto cubano del Libro, 1971
6. Hofbauer, Helena y Cepeda Juan Antonio. Transparencia: Libros, Autores e Ideas, p.37 CIDE, IFAI. 2002.
7. INDETEC, 2014
8. Jaime, Edna, Avendaño, Eréndira y García, Mariana. Rendición de Cuentas y Combate a la Corrupción: Retos y Desafíos. Secretaria de la Función Pública, SFP. Cuaderno 6. Rendición de cuentas.2010.
9. Pérez, Mariana, Índice Latinoamericano de Transparencia Presupuestaria ILTP, 2001.
10. Serrano , Ortega José Antonio y Jáuregui, Luis, Hacienda y Política, Las Finanzas Publicas y los grupos de poder en la primera República Federal Mexicana, 2ª Edición, coeditada por Instituto Mora y Colegio de Michoacán. México 1998,
11. Ugalde, Luis Carlos, Rendición de Cuentas y Democracia. El caso de México, IFE, 2002
12. Zamorano, García Jorge, Fiscalización y Rendición de Cuentas , Revista Vida Científica, 2013

#### **Leyes, Decretos, Reglamentos Organismos.**

1. CPEUM. Arts. 73, f XXVIII, 74 f VI, 79, 122, 115,.
2. CONAC. Consejo Nacional de Armonización Contable.
3. FMI. Fondo Monetario Internacional
4. BID. Banco Interamericano de Desarrollo
5. LGCG. Ley General de Contabilidad Gubernamental

<sup>7</sup> Delito que se concreta cuando una persona se queda con el dinero público que debía administrar. El peculado, por lo tanto, forma parte de lo que se conoce comúnmente como **corrupción**.

<sup>8</sup> . Discursos sobre la primera década de Tito Livio. Obras Políticas. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 1971. pp. 67 y 125

# ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: ANÁLISIS COMPARATIVO EN UTZAC

Josefina Torres de Santiago<sup>1</sup>, Gilberto Salas Rodríguez<sup>2</sup>  
Armando Flores de la Cruz<sup>3</sup>

## Resumen

El Modelo Educativo en la Educación Superior de las Universidades Tecnológicas (UUTT), se enfoca a contribuir en mejorar la Calidad en la Educación Superior, para acrecentar el Capital Humano y la Competitividad requerida por la Economía sustentada en el conocimiento con el desarrollo de políticas, estrategias y procesos hacia el fortalecimiento y consolidación en el Sistema de UUTT. Actualmente el Modelo Educativo celebra 25 años de su creación en México, representando en más de 100 UUTT, en el Estado de Zacatecas se crea UTZAC en 1998. La fundamentación teórica está planteada en la Teoría de Sistemas; con el objetivo de diferenciar el Modelo de Innovación Educativo de la UTZAC, destacando los Programas educativos, docencia, vinculación con el sector productivo en la contribución al desarrollo económico, tecnológico, cultural y social. La metodología es mixta en el enfoque cuantitativo y cualitativo, en forma exploratoria, descriptiva y correlacional.

**Palabras claves:** Estrategias, Innovación, Educación Superior.

## INTRODUCCIÓN

El Modelo Educativo en la Educación Superior de las Universidades Tecnológicas (UUTT), se enfoca a contribuir en la mejora de la Calidad de la Educación Superior, medio estratégico para acrecentar el Capital Humano y la Competitividad requerida por la Economía sustentada en el conocimiento, con el desarrollo de políticas, estrategias y procesos que aseguren el fortalecimiento y consolidación del Sistema de UUTT. Actualmente el Modelo Educativo celebra 25 años de su creación en México, representando más de 110 UUTT a nivel nacional.

De acuerdo a la legislación del Estado de Zacatecas <sup>4</sup> el sistema educativo estatal está constituido por: los educandos, educadores y padres de familia; las autoridades educativas estatal, municipales y de los organismos descentralizados; el Servicio Profesional Docente; los planes, programas, métodos y materiales educativos; las instituciones educativas del Estado, municipios y organismos descentralizados; las instituciones creadas por particulares con autorización o con reconocimiento de validez oficial de estudios; las instituciones de educación superior a las que la Ley otorga autonomía; la evaluación educativa; el sistema estatal de información educativa; y la infraestructura educativa.

En el Estado de Zacatecas se crea la UTZAC en junio de 1998 en la publicación del Diario Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas con el financiamiento de recursos federales y estatales en el Presupuesto de egresos de del Estado de Zacatecas para el Ejercicio Fiscal, en este instrumento jurídico se detallan las propuestas de asignación de recursos para las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal, así como las erogaciones que en el

---

<sup>1</sup> M. en A. Josefina Torres de Santiago, PTC en el Programa Educativo Desarrollo de Negocios, Representante del Cuerpo Académico en Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, campus Guadalupe, Zac. [cuerpoacademico.ids@gmail.com](mailto:cuerpoacademico.ids@gmail.com). Nota: Autor corresponsal.

<sup>2</sup> M. en A. Gilberto Salas Rodríguez, PTC en el Programa Educativo Desarrollo de Negocios, participante en el Cuerpo Académico en la Unidad Académica de Pinos de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, [cuerpoacademico.ids@gmail.com](mailto:cuerpoacademico.ids@gmail.com). Nota: Coautor.

<sup>3</sup> M. en AN. Armando Flores de la Cruz, PTC en el Programa Educativo Desarrollo de Negocios, participante en el Cuerpo Académico en la Unidad Académica de Pinos de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, [cuerpoacademico.ids@gmail.com](mailto:cuerpoacademico.ids@gmail.com). Nota: Coautor.

<sup>4</sup> Ley de Educación del Estado de Zacatecas, 09 de Enero del 2016.

marco de su autonomía, solicitan ejercer el Poder Legislativo, el Poder Judicial y los Órganos Autónomos para el cumplimiento de sus programas con el propósito fundamental de que se avance en el mejoramiento de las condiciones de vida y progreso de los zacatecanos.

En referencia a las teorías, la aportación de presupuesto, según Schick (2014) es la existencia de estrategias de Presupuesto Basado en el Desempeño (PBD), concepto enfocado en asignar recursos en base a resultados actuales o esperados; el presupuesto emplee información de los resultados, en la UTZAC el origen de los recursos son Federales, Estatales y Recursos propios. Otra aportación en el Modelo Educativo, se plantea a través de la Teoría de Sistemas; con el objetivo de diferenciar el Modelo de Innovación Educativa de la UTZAC, en el reconocimiento de la pertinencia por los Programas educativos, el profesionalismo del capital humano representado por la docencia, la vinculación con el sector productivo en la contribución al desarrollo económico, tecnológico, cultural y social.

En forma teórica se define el Modelo de Innovación Educativa<sup>5</sup>(RIED, 2007) en dos partes, la primera en fases, se usa en cualquier innovación, en las que surgen de la iniciativa de docente, directivo, personal de apoyo o investigador, o grupo de agentes, que se ocupan de cuestiones locales de bajo costo, factores fundamentales en el éxito de una innovación determinada, la segunda parte, criterios que incorporan un conocimiento especializado. Enfatizando en el concepto de innovación se analizan las aportaciones en el Manual de Oslo<sup>6</sup> que describe desde la introducción al mercado de un producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización, o método organizacional nuevo o significativamente mejorado, por parte de una organización, las actividades innovadoras en las operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o tienen por objeto conducir, a la introducción de innovaciones. La clasificación la realiza en los siguientes temas, como se detalla a continuación:

- Innovación de producto: corresponde a la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
- Innovación de proceso: es la introducción de un proceso de producción o administrativo nuevo, o significativamente mejorado. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos. Las innovaciones de proceso pueden tener por objeto disminuir los costos unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad o producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados.
- Innovación organizacional: es la implementación de un método organizacional nuevo, la introducción o modificación de estructuras organizacionales, distribución de roles y responsabilidades internas y externas, o el establecimiento de orientaciones estratégicas que impacten en la competitividad de la organización.
- Innovación de comercialización: Es la aplicación de un método de comercialización nuevo que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.

El Modelo Educativo en las Universidades Tecnológicas es reconocido por el talento humano capacitado y competitivo en el ámbito educativo. Las estrategias de innovación reflejadas en las actividades de creatividad fomentan el crecimiento y desarrollo<sup>7</sup>, en la educación superior, en la UTZAC los estudiantes al concluir sus estudios obtienen dos títulos en tres años y ocho meses en la modalidad de T.S.U. (Técnico Superior Universitario) e Ingeniería, ver imagen 1.

---

<sup>5</sup> Modelo de innovación educativa.

<sup>6</sup> El Manual de Oslo en la primera edición, se detalla un marco conceptual y metodológico para la recopilación e interpretación de indicadores y datos relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. Editado por la OECD, como la primera fuente internacional de directrices para la recogida y uso de datos sobre las actividades de innovación en la industria.

<sup>7</sup> De acuerdo a la fase de experimentación en el sector empresarial.

## RESULTADOS

Las estrategias innovadoras del Modelo Educativo de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas a partir de su creación se han destacado por la preferencia de los jóvenes egresados de preparatorias y de otras instituciones educativas reflejada en el incremento de la matrícula, la innovación en su proceso educativo por ofrecer la calidad educativa a través de la Certificación en ISO 9001 versión 2000 y recertificaciones y actualización de versión a partir de 2003, ver imagen 2.

Además de ofrecer los servicios de educación superior en el campus Guadalupe y la Unidad de Docencia en el municipio de Pinos, Zac.

La información obtenida en el enfoque cualitativo y cuantitativo se identifica los programas educativos en T.S.U. en Comercialización, Informática, Mantenimiento Industrial y Electrónica y Automatización para atender la demanda empresarial de Capital Humano capacitado, ver tabla 1.

**Tabla 1.** Fase inicial de UTZAC

1998	· Creación de la UTZAC.
	· Programas Educativos: T.S.U. en Comercialización, Informática, Mantenimiento Industrial, Electrónica y Automatización.
	· Matrícula de 268 estudiantes en turno matutino.
	· Se inicio con la participación de 13 Docentes.
	· El Personal Administrativo 27, se incluyen Directivos.

**Imagen 2.** Instalaciones de la UTZAC.



En el modelo educativo al terminar los estudiantes el quinto cuatrimestre realizan una Estadía a través de un proyecto en la empresa, en solucionar la problemática presentada.

En esta fase la UTZAC inicio en instalaciones prestadas por la UPN en el municipio de Guadalupe, Zac., en 1999 se continua con las instalaciones propias en el primer edificio

de Docencia que a la fecha es identificado como edificio D, ver imagen 2.

La innovación en programas educativos en nivel Ingeniería y en otras áreas del conocimiento se visualiza en el incremento de la matrícula de la fase inicial en 1998 de 268 estudiantes, y en la fase actual 2016 de 2,517 estudiantes, ver gráfica 1. Además es importante mencionar de los egresados de los diferentes programas educativos, el 100% de ellos son Titulados en los niveles educativos de T.S.U. e Ingeniería.

**Gráfica 1.** Matrícula de estudiantes en



Otras características que se analizan en la investigación son: la apertura de nuevos programas educativos, las aportaciones intelectuales y de compromiso de trabajo por el valioso capital humano que día a día se desempeña con Responsabilidad, Respeto, Servicio, Creatividad en las estrategias innovadoras en la mejora de la calidad en la educación superior. La UTZAC cuenta con la Certificación en Calidad en ISO 9001 versión 2000 y Recertificaciones y actualización de versión, ver tabla 2.

Los recursos financieros para llevar a cabo las actividades académicas son de origen federal, estatal y recursos propios. Se ha presupuestado por el Gobierno del Estado de Zacatecas para 2016, un monto de \$ 21'991,393.00 publicado en el presupuesto de egresos del Estado de Zacatecas para el año fiscal ya mencionado.

El valioso capital humano en UTZAC ha colaborado con gran entusiasmo, es importante mencionar que el sueldo bruto mensual inferior es \$4,005.19 a asistente de Servicios de Mantenimiento, otras de las categorías se encuentran en mandos medios y superiores, personal académico y los puestos de personal administrativo y secretarial.

**Tabla 2.** Estrategias innovadoras en UTZAC

Año	Fases
2002	· Unidad Académica de Pinos, en Pinos, Zac.
2003-2016	· Certificación en ISO 9001 versión 2000 y Recertificaciones y actualización de versión.
	· Decálogo Verde.
	· Política Ambiental.
	· Política de Seguridad e Higiene.
	· Reuniones informativas con personal docente y administrativo del SGC, de la versión 2015. de ISO 9001 y ISO 14001.
2016	· Se cuenta con <b>17 Programas Educativos más Ingeniería y Licenciaturas Profesionales</b> , 10 en el nivel de T.S.U. en Desarrollo de Negocios, Administración, Agricultura Sustentable y Protegida, Energías Renovables, Mantenimiento, Mecatrónica, Minería, Procesos Industriales, Tecnologías de la Información y Comunicación, Terapia Física, e Ingeniería en Desarrollo de Negocios e Innovación Empresarial, Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica, Minería, Procesos y Operaciones Industriales, Tecnologías de la Información y comunicación.
	· Matrícula: septiembre, es <b>2,517</b> estudiantes, en turnos Matutino, Vespertino y Flexible.
	· El Personal Docente es con la participación de 154 Docentes de Tiempo Completo y Tiempo Parcial.
	· <b>Cuerpos Académicos</b> en formación y en Consolidación, registrados en PRODEP.
	· <b>Acreditación de Programas Educativos:</b> T.S.U. en Desarrollo de Negocios, área mercadotecnia e Ing. en Desarrollo de Negocios e Innovación Empresarial, otros.
	· El Personal Administrativo es 114, incluye el nivel de Directivos.

El análisis de las variables en su relación se identificó en los horarios en turnos matutino, vespertino y flexible, la matrícula, infraestructura, nuevos programas educativos y la satisfacción de los estudiantes en los recursos de apoyo a la enseñanza, actividades docente del profesorado y orientación al estudiante.

El Modelo Educativo de la UTZAC formar profesionistas competitivos ofreciéndoles planes de estudio enfocados al 70% práctica y 30% teoría, de esta manera los alumnos aprenden prácticas reales que les esperan en el área laboral.

### COMENTARIOS FINALES

En la investigación en conclusión se han generado mejoras de la calidad educativa, destacando el posicionamiento en el mercado regional, la matrícula se ha incrementado en más del 100% en el análisis de 1998 hasta 2016, además de la apertura de nuevos Programas educativos en nivel T.S.U. e Ingeniería, certificación y recertificación de Normas ISO, Acreditación de Programas Educativos, Vinculación empresarial e Institucional con INADEM, Fondo Plata, entre otras, producción de Calidad generada a través de la Investigación científica en las diferentes áreas del conocimiento por Maestros y Maestras que participan en Cuerpos Académicos registrados en PRODEP; la participación en Programas de Conacyt en la función de Evaluadores Acreditados; en el Programa de la Agenda para el Desarrollo Municipal en la función de Verificadores de la Agenda, entre otras actividades académicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Libros:

Hernández, S., Fernández, C. & Baptista, L. (2010). "Metodología de la Investigación 5<sup>ta</sup>". Edición, McGraw Hill. México. pp.2-9, 76- 356.  
Mir, A.; González, R. (2005). "Los egresados de las Universidades Tecnológicas". Panamericana. Colombia.pp 35 al 87.

RIED (2007). "Modelo de innovación educativa, un Marco para la Formación y el Desarrollo de una cultura de la innovación". V:10:1, pp 145-173.

Schick, A. (2014). "The metamorphoses of performance budgeting".OECD Journal on Budgeting 13 (2). Recuperado de <[http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/governance/the-metamorphoses-of-performancebudgeting\\_budget-13-5jz2jw9szgs8#page1](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/governance/the-metamorphoses-of-performancebudgeting_budget-13-5jz2jw9szgs8#page1)>.

SEP(2016). Directorio. Subsecretaría de Educación Superior (en línea). Disponible en <http://cgut.sep.gob.mx/index.php> (consulta 2016, 4 de Febrero).

Torres de S., J. (2015). "Tendencias de Creatividad e Innovación en el sector empresarial". Academia Journals, 5794-5799.

OECD. (2006). Manual de Oslo, 3ª. Edición, Editorial TRAGSA

Pastor, J. 2013. "Creatividad e Innovación". Publicaciones ICEX. Pags. 25-314.

### Documentos:

Ley de Educación del Estado de Zacatecas (2016).

Presupuesto de Egresos del Estado de Zac. para el Ejercicio Fiscal 2016 (2015).

### Página Web:

<http://www.utzac.edu.mx/> recuperada 13 de Octubre de 2016.

## NOTAS BIOGRÁFICAS

M. en A. Josefina Torres de Santiago, realice la Maestría en Administración en la Universidad Autónoma del Estado de Zacatecas, además realizo la Maestría en Mercadotecnia en la UNID sede Aguascalientes, es Profesora de Tiempo Completo en el Programa Educativo de Desarrollo de Negocios, Representante el Cuerpo Académico UTEZAC-CA-6 en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, campus Guadalupe, Zac. [cuerpoacademico.ids@gmail.com](mailto:cuerpoacademico.ids@gmail.com). Nota: Autor corresponsal.

# USO DE LAS TICS Y SU EFECTO EN LA MOTIVACIÓN Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Jorge Alberto Torres Guillén<sup>1</sup>, Ana María Romo Rodríguez<sup>2</sup>, Rosa Elena Hernández Hernández<sup>3</sup>,  
Rosalba Espinoza Sánchez<sup>4</sup>.

## Resumen

**Estudio para determinar el efecto de las tics en la motivación y el rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería. Se hace una revisión de la literatura existente en el tema, se presentan argumentos teóricos que sustentan investigaciones relacionadas a éste, con la información obtenida se pretende diseñar e implementar una encuesta a alumnos de la asignatura de cálculo diferencial e integral de las licenciaturas del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) para determinar las principales características de un profesor motivador, su gestión para crear interés en la asignatura, sus errores en esta acción y sus resultados, valorar el nivel de motivación y el rendimiento académico del alumno, de igual manera definir las características que los alumnos prefieren en un profesor motivador, con el objetivo de realizar propuestas e implementar estrategias para que el docente mejore el rendimiento académico de sus estudiantes de acuerdo a los resultados obtenidos.**

**Palabras clave:** Las TICs, Motivación, Rendimiento Académico, Estudiantes de Ingeniería.

## Introducción

Es por demás demostrar que en cualquier institución la baja calidad de la práctica docente impacta de manera negativa los índices de aprovechamiento académico de los estudiantes los índices de deserción y además los índices de egreso. En el CUCEI de la Universidad de Guadalajara se realiza evaluación semestral de desempeño académico a sus docentes que se lleva a cabo mediante un cuestionario online que el alumno debe realizar para poder visualizar sus calificaciones finales; sin embargo, los resultados que se obtienen no permiten acceder a información específica para determinar su relación con el rendimiento académico de los alumnos. Uno de los propósitos de este trabajo es elaborar un cuestionario para determinar a partir de la información vertida por los estudiantes, cuál es la percepción del estudiante acerca de sus profesores de cálculo y qué tanto influye el docente como motivador en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El interés en realizar este estudio surge de las afirmaciones y cuestionamientos que se vertieron en una reunión de presidentes de academia del Colegio Departamental de Matemáticas del CUCEI, donde algunos profesores argumentaron que los alumnos no estaban motivados. Esta declaración nos llevó a reflexionar si los docentes se creían responsables por la falta de motivación de sus discípulos. Además, ellos se cuestionaron ¿qué hacer para motivar a los alumnos para que tuvieran un mejor desempeño en sus asignaturas?, pregunta que quedó sin respuesta alguna en la reunión, pues, lejos de determinar el problema en sus tareas prefirieron endosar el problema en sus alumnos. Lo anterior nos obliga a inferir ¿qué es la motivación?, ¿cuáles son los factores o características que suscitan la motivación en los alumnos? ¿Cuál es el rol del docente motivador?

El docente y el alumno son los coprotagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje, el docente es el instructor quien comparte su experiencia y guía al alumno en el proceso cognitivo, es quien desarrolla en los estudiantes el arte, habilidades, competencias y conocimiento de un área específica de la ciencia. Para hacer llegar el conocimiento al estudiante de una manera efectiva el docente debe tener el arte y sabiduría disciplinar y pedagógica. La motivación es inherente al proceso educativo, es un factor que tradicionalmente se dice, que al docente le corresponde incentivar la motivación interna del alumno ya que ésta es fundamental para que se lleve a cabo dicho proceso educativo.

La Motivación en términos educativos la definiremos como el interés que tiene el estudiante por su propio aprendizaje o por las actividades que le conducen a él. El interés se puede conseguir, conservar o intensificar en función de factores intrínsecos y/o extrínsecos.

## Las TICs en la Educación

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) han impactado en el terreno educativo con gran relevancia, principalmente a partir del amplio uso de la red Internet y a través de los dispositivos móviles. El usuario de los dispositivos móviles conoce del potencial de la información de las TIC y ha pasado de ser el transmisor o receptor de un mensaje de audio o escrito, a tener un papel activo, en el cual él decide el orden, ritmo, calidad, cantidad y profundidad de la información que desea obtener de la red. Las TICs están transformando la forma de enseñar tanto como las formas de aprender y por ende trocando el rol del instructor así como la del estudiante, por esta razón las Instituciones de Educación Superior también se ven obligadas a modificar los objetivos formativos que definen el perfil de sus egresados, debido a que estos utilizarán las nuevas tecnologías en el terreno profesional.

<sup>1</sup> Dr. Jorge Alberto Torres Guillén, es profesor del Departamento de Matemáticas del CUCEI. Universidad de Guadalajara, México. [jorge2667@yahoo.com](mailto:jorge2667@yahoo.com).

<sup>2</sup> Mtra. Ana María Romo Rodríguez, es profesora de la Preparatoria Num.1 del SEMS de la Universidad de Guadalajara, México.

<sup>3</sup> M.C. Rosa Elena Hernández Hernández, es profesora del Departamento de Matemáticas del CUCEI. Universidad de Guadalajara, México. [roseh.mx@hotmail.com](mailto:roseh.mx@hotmail.com).

<sup>4</sup> I.Q.F.B. Rosalba Espinoza Sánchez, es profesora del Departamento de Matemáticas del CUCEI. Universidad de Guadalajara, México. [rossespin\\_cucei@hotmail.com](mailto:rossespin_cucei@hotmail.com).

La incorporación de las TICs en la educación esta focalizada en una actividad específica como la telemática educativa, en esta área es en donde se desarrolla el uso de los recursos telemáticos dirigidos a la Educación; entre ellos la comunicación interactiva, la distribución de la información y el uso pedagógico de los servicios, en otras palabras, nos proporcionan instrumentos para procesar la información y para gestión administrativa, fuente de recursos, medio lúdico y desarrollo cognitivo. Por otra parte y en la misma línea, en nuestra Centro Universitario se cuenta con la plataforma moodle donde los profesores ponen a disposición de la comunidad universitaria el material instruccional de sus cursos pero, no existe una declaratoria institucional para dar apoyo, capacitación y actualización en el uso de las nuevas tecnologías y su aplicación pedagógica que apoye al docente en su labor de enseñanza.

La Unidad de Cómputo y Tecnologías para el Aprendizaje (UCTA) brinda soporte técnico a las divisiones y departamentos del CUCEI, pero ha dejado desvinculada en su quehacer la planificación docente y la configuración pedagógica, por lo que se acentúa la rigidez de las estructuras universitarias para integrar en su funcionamiento cotidiano las TICs en los procesos de enseñanza aprendizaje. Ante estos nuevos retos que afronta el docente se requiere del proyecto institucional que rompa la rigidez tradicional de enseñanza en el aula, si bien hay una buena cantidad de profesores exitosos gracias a su ímpetu e interés por ser buenos motivadores en la enseñanza, pocos de estos hacen uso de las nuevas tecnologías en sus exposiciones, por lo que se requiere investigar la eficiencia del trabajo docente en el rendimiento académico y motivación de los alumnos al hacer uso de nuevas tecnologías en el aula, y el nivel de motivación en los estudiantes al hacer uso de herramientas tecnológicas, en qué nivel les ayudan a conceptualizar y a hacer visibles conceptos que son difíciles de comprender y en general, si las TICs les ayuda a mejorar su aprendizaje.

### **Las Tecnologías de la Información y la Computación (TICs)**

El Internet es la tecnología que promueve el intercambio de información rápida en todo el mundo, este avance tecnológico ha eliminado las barreras de tiempo y espacio facilitando la comunicación inmediata entre las personas. De acuerdo a las estadísticas de marketing4ecommerce.net (2016), los usuarios de esta tecnología han crecido exponencialmente, casi la mitad de la población mundial son usuarios de Internet. La primera cifra sorprendente es el nivel de penetración que tienen los móviles e Internet en todo el mundo. La población mundial ha alcanzado los 7395 millones y de ellos el 51 % utilizan móviles y el 46 % son usuarios de Internet. Ya con cifras más discretas nos encontramos con que el 31 % de la población mundial está presente en redes sociales: de ellos el 27 % se conecta a ellas a través de sus dispositivos móviles, el número de usuarios de internet en el mundo creció un 10% entre 2015 y 2016. A pesar de que hoy en día existen muchas aplicaciones los servicios más utilizados de Internet son el correo electrónico y la Web. Internet es una red que no le pertenece a ninguna persona, organización, empresa o gobierno y, por tanto, es un patrimonio de la humanidad.

El docente del siglo XXI tendrá nuevos retos por consecuencia de lo anterior, deberá de modificar sus estrategias de enseñanza y comunicación para asumir los nuevos requerimientos de la función de facilitador del aprendizaje de sus alumnos utilizando entornos cooperativos para ayudarlos a planificar y alcanzar los objetivos de estudio. Las TICs permiten a profesores y alumnos modificar las actividades tradicionales que se dan en el aula, brindan herramientas que favorecen un ambiente de aprendizaje colaborativo y se adaptan a nuevas estrategias y métodos que favorecen el desarrollo cognitivo de una forma creativa y divertida que motivan al estudiante. El alumno es el "protagonista de la clase" debido a que él es el responsable de su propio aprendizaje, trabajará en forma autónoma y a la vez colaborativa con sus compañeros de aula, el profesor tendrá la tarea de propiciar y mantener la motivación del alumno, será el guía o instructor que lo oriente en su aprendizaje.

### **Teorías de la Motivación**

#### ***Teoría de Jerarquía de Maslow***

Abraham Maslow tuvo como objetivo entender lo que motiva a la gente, planteó que las personas poseen un conjunto de sistemas de motivación no relacionadas con recompensas o deseos inconscientes.

Maslow (1943) declaró que las personas están motivadas para alcanzar ciertas necesidades, y que algunas necesidades tienen prioridad sobre las demás. Cuando se cumple una necesidad una persona busca cumplir la siguiente, y así sucesivamente. La versión más antigua (1943, 1954) y más extendida de la jerarquía de necesidades de Maslow incluye cinco necesidades de motivación, a menudo representados como niveles jerárquicos dentro de una pirámide.

Este modelo se puede dividir en cinco etapas, en la base, las necesidades (p.ej; carencias, fisiológicas, de seguridad) y las necesidades de crecimiento (p.ej; el amor y la estima) que se relacionan con el cumplimiento de nuestro potencial humano (autorrealización). La deficiencia o necesidades básicas se dice que motivan a la gente cuando no son satisfechas. Además, la necesidad de cumplir con estas necesidades será más fuerte cuanto mayor sea la duración que se les niega. Por ejemplo, el tiempo que pase una persona sin alimentos, más hambriento se convertirá.

Uno debe satisfacer las necesidades del nivel inferior antes de progresar y satisfacer las necesidades de crecimiento de más alto nivel. Por ejemplo una necesidad inferior ha sido satisfecha hasta desaparecer, pero las necesidades de crecimiento se siguen sintiendo e incluso pueden llegar a ser más fuerte una vez que se han cubierto. Una vez que estas necesidades de crecimiento han sido razonablemente satisfechas, uno puede ser capaz de alcanzar el nivel más alto, a esto se le llama auto-realización. La idea principal de esta teoría es que sólo prestamos atención a las necesidades más altas cuando las básicas han sido satisfechas.

Cada persona es capaz y tiene el deseo de ascender en la jerarquía hacia un nivel de auto-realización. Por desgracia, el progreso es a menudo se rompe por un fallo al satisfacer las necesidades de nivel inferior. Las experiencias de vida, que incluyen una desilusión amorosa (divorcio) o la pérdida de trabajo pueden hacer que un individuo fluctúe entre los niveles de la jerarquía.

Maslow observó que sólo una de cada cien personas se vuelven totalmente auto-realizadas debido a la motivación de recompensas de nuestra sociedad principalmente aquellas basadas en la estima, el amor y otras necesidades sociales.

El modelo original de Maslow de las jerarquía de necesidades de cinco etapas incluye:

1) Necesidades fisiológicas y biológicas - respirar, comer, beber, dormir, calor, sexo, sueño, la tendencia a la adaptación del organismo. 2) Necesidad de Seguridad - protección contra los elementos, el orden, la ley, la estabilidad, la libertad, seguridad: familiar, física, de recursos. 3) Necesidades de amor y de pertenencia - amistad, intimidad, afecto y amor, - del grupo de trabajo, la familia, los amigos, las relaciones románticas. 4) Necesidades de estima - donde nos preocupa el éxito, el respeto, el reconocimiento de los demás, el prestigio, la autoestima, la confianza, el dominio, independencia. 5) Necesidad de Auto-realización - donde buscamos la resolución de problemas, liberarnos de prejuicios, la aceptación de los hechos, fomentar la creatividad, la realización del potencial personal, la realización personal, la búsqueda de crecimiento personal y altos logros y experiencias.

Cambios en el modelo original de cinco etapas lo transformaron en un modelo de ocho etapas, desarrollado en el año 1970. Las etapas 1 a la 4 siguen vigentes, 5) Necesidades cognitivas - el conocimiento, significado y necesidad estética - reconocimiento y la búsqueda de la belleza, el equilibrio, la forma, etc. 7) Necesidad de auto-realización (continúa vigente) - la realización del potencial personal, la realización personal, la búsqueda de crecimiento personal y altas experiencias. 8) Necesidad de trascendencia - ayudar a los demás para lograr la auto-realización.



**Fig. 1. Pirámide de jerarquización de las necesidades de Maslow.**

Maslow (1991) concluye en sus estudios que una vez que el individuo se ve provisto de las condiciones básicas, tiende a crecer como persona, encargándose de tareas más complejas y obteniendo la energía motivacional necesaria para lograrlo desde sí mismo, aunque puede continuar recibiendo estímulos externos que refuerzan la conducta deseada.

El principio fundamental del postulado de la pirámide de Maslow, plantea que en la medida que un individuo sienta satisfechas sus necesidades básicas, tenderá a buscar la trascendencia para sentirse realizado, ello le permite aprovechar todo su potencial para sentirse en control de su entorno, creciendo en conocimiento y sabiduría, ello le permitirá saber de manera automática cómo actuar en una gran variedad de situaciones de manera propositiva. Finalmente el individuo llegará a sentirse como una persona auto-motivada, plena y capaz.

#### **Teoría de Jerarquía de Alderfer**

Alderfer Clayton (1989), de la Universidad de Yale, remodeló la jerarquía de necesidades de Maslow para ajustarla con los resultados de la investigación empírica. A su jerarquía remodelada de necesidades se le llama teoría ERC. Alderfer plantea que hay tres grupos de necesidades primarias: Existencia, Relaciones y Crecimiento; de allí el nombre de teoría ERC. El grupo de la *existencia* se ocupa de satisfacer nuestros requerimientos básicos de la existencia material. Incluye los renglones que Maslow considera necesidades fisiológicas y de seguridad. El segundo grupo de necesidades es el de las *relaciones*: la necesidad que tenemos de mantener relaciones interpersonales importantes. Estos deseos sociales y de status exigen la interacción con otras personas, si es que han de quedar satisfechos, y coinciden con la necesidad social de Maslow y el componente externo de clasificación de la estima. Por último, Alderfer incluye las necesidades de *crecimiento*; un deseo intrínseco de desarrollo personal. Estas necesidades incluyen el componente intrínseco de la categoría de estima de Maslow y las características incluidas en la autorrealización.

En contraste con la teoría de la jerarquía de las necesidades, la teoría ERC muestra que (1) puede estar en operación más de una necesidad al mismo tiempo, y (2) si se reprime la satisfacción de una necesidad de nivel superior, se incrementa el deseo de satisfacer una necesidad de nivel inferior.

La jerarquía de necesidades de Maslow es una progresión rígida en escalones. La teoría ERC no supone una jerarquía rígida en la que una necesidad inferior deba quedar suficientemente satisfecha, antes de que se pueda seguir adelante. Por ejemplo, un sujeto puede trabajar sobre el crecimiento, cuando las necesidades de relación o existencia todavía estén insatisfechas, o puede operar las tres categorías de necesidades al mismo tiempo.

La teoría ERC también contiene una dimensión de frustración-regresión. Maslow planteaba que un individuo permanecería en el nivel de una determinada necesidad hasta que ésta quedara satisfecha. La teoría ERC dice lo contrario, pues observa que, cuando un nivel de necesidad de orden superior se ve frustrado, se incrementa el deseo del individuo de satisfacer la necesidad de un nivel inferior. Por ejemplo, la incapacidad de satisfacer una necesidad de interacción social (necesidad de relaciones) puede incrementar el deseo de tener más dinero o mejores condiciones de trabajo (necesidad de existencia). Así que la frustración puede llevar a la regresión a una necesidad inferior.

En resumen, la teoría ERC argumenta, al igual que Maslow, que las necesidades satisfechas de orden inferior conducen al deseo de satisfacer necesidades de orden superior; pero las necesidades múltiples pueden operar al mismo tiempo como motivadores, y la frustración al intentar satisfacer una necesidad de nivel superior puede dar como resultado la regresión a una necesidad de nivel inferior (wordpress.com).

La teoría ERC es más consistente con el conocimiento que tenemos de las diferencias individuales entre la gente. Variables como la educación, los antecedentes familiares y el ambiente cultural pueden modificar la importancia o la fuerza impulsora que tiene un bloque de necesidades para un individuo determinado.

Se asume que la percepción sobre la satisfacción con la vida puede ser explicada por un conjunto de dimensiones: sociales, familiares, de salud, ocio y trabajo (entre otras). En esta misma línea, se considera que el foco de la presente investigación es estudiar la motivación en el estudio, por lo tanto sólo se considera indagar por medio de cuestionarios de preguntas relacionadas con la satisfacción del estudiante.

Es evidente, que el profesor no puede influir en satisfacer las necesidades básicas de existencia (fisiológicas y de seguridad) del alumno, pero sí puede ser promotor de las necesidades de relación al crear un clima de cordialidad con sus alumnos y entre ellos mismos y promover y guiar la satisfacción de las necesidades de auto-realización, motivar y aprovechar el deseo de superación y crecimiento intelectual que le permita al estudiante en un futuro integrarse como profesionista en la sociedad.

#### **Motivación Intrínseca**

Woolfolk (2006) describió la *motivación intrínseca* como aquella que: motiva o incentiva la conducta, esta es interna a una actividad no producida por factores *externos*, y la mantiene como un acto autónomo e interesante. Por su parte, Reeve (2003), definió la motivación intrínseca como la inclinación innata de comprometer los intereses propios y ejercitar las capacidades personales para, de esa forma, buscar y dominar máximos desafíos.

La motivación intrínseca emerge de manera espontánea de las necesidades psicológicas orgánicas, la curiosidad personal y los empeños innatos por crecer. Por otra parte, la motivación extrínseca surge a partir de incentivos y consecuencias ambientales. Siempre que actuamos para obtener un mayor grado académico, ganar un trofeo o terminar algo antes de un plazo nuestra conducta es extrínseca motivada (es decir, la motivación debe su origen a sucesos presentes en el ambiente).

La motivación intrínseca se define como hacer una actividad para cubrir sus satisfacciones inherentes en lugar de alguna recompensa. Cuando una persona está intrínsecamente motivada actúa por diversión o por retos y no por presiones o recompensas externas (Ryan y Deci, 2000).

Malone y Lepper (1987) establecieron que una actividad es intrínsecamente motivada si la persona participa por decisión propia y no por una recompensa externa o por evitar un castigo. Estas actividades que son intrínsecamente motivadas, resultan ser divertidas, interesantes, cautivantes, agradables.

Vallerand, Blais, Brière y Pelletier (1992) investigaron en esta línea y exponen que existen tres tipos de motivación intrínseca:

**La motivación de saber.** Involucra metas de aprendizaje, curiosidad, intelectualidad intrínseca, exploración y finalmente la motivación intrínseca de aprender.

**La motivación de lograr objetivos.** Implica involucrarse en determinada actividad, por la satisfacción y el placer de experimentar el proceso de lograr o crear algo.

**La motivación de experimentar la simulación.** Ocurre cuando un individuo se involucra en una actividad, con el fin de experimentar una sensación simulada.

Por lo anterior podemos concluir que el profesor debe activar la inclinación innata del estudiante de comprometer sus intereses propios y ejercitar las capacidades personales de sus estudiantes a través de actividades que intrínsecamente los motiven y les resulten divertidas, interesantes, cautivantes y agradables, actividades en las cuales los alumnos trabajen de manera colaborativa entre sí y actúen por diversión o por retos, busquen y dominen sus máximos desafíos.

#### **Motivación Extrínseca**

Por otro lado se encuentra la motivación extrínseca, la cual hace referencia al involucramiento en un tipo de actividad que implique una recompensa externa. El aspecto negativo de las recompensas es que inhiben la motivación intrínseca, pues cambian la orientación del aprendizaje. Por lo tanto es importante analizar la manera como se estructura la recompensa con relación al comportamiento deseado (Ryan y Deci, 2000).

Lei (2010) señaló que la motivación extrínseca tiene también beneficios y "perjuicios". Algunos de los beneficios de este tipo de motivación es que los estudiantes aprenden para obtener reconocimiento y mejores calificaciones, los estudiantes compiten en el aprendizaje con sus compañeros de aula por recompensas tangibles y además pretenden logros más elevados. Por su parte Woolfolk (2006) define la motivación extrínseca: como aquella provocada por el uso de recompensas o castigos externos tanto a los intereses inherentes del yo como a su conducta con el fin de controlar ésta.

La típica recompensa o castigo del docente es la evaluación, es un mecanismo coercitivo de poder y control para él y una forma de sometimiento e intimidación para los estudiantes. La evaluación ideal, debe ser un proceso formativo, en permanente construcción y cambio, el docente en su carácter de motivador debe transformar las concepciones tradicionales y los esquemas rígidos de enseñanza y evaluación en los cuales las actividades evaluativas, se conviertan en un puente de comunicación entre docentes y estudiantes para identificar debilidades, dificultades y opciones de mejoramiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El profesor es el principal animador del proceso de enseñanza, con su trabajo crea el entorno de aprendizaje y propicia en el alumno el gusto e interés por aprender. La cantidad de tareas, sus características, los objetivos, los métodos y herramientas tecnológicas que usa para resolverlas, las estrategias de enseñanza, las aplicaciones, entre otras, influyen en la motivación del estudiante. En nuestros días tiene mayor importancia el estudio del aprendizaje desde la perspectiva del alumno, él es quien otorga significado y sentido a los materiales que procesa y decide lo que tiene que aprender, así como la manera de hacerlo.

#### **Enfoque de Aprendizaje**

El Enfoque hacia el Aprendizaje del Estudiante tuvo su origen en Suecia, en la Universidad de Göteborg con los estudios de Marton y Säljö (1976a) trataron de conocer lo que hacían los estudiantes universitarios para aprender y por qué algunos usaban

una forma de aprender que funcionaba en un contexto educativo mejor que otro. En sus primeras investigaciones solicitaron a los estudiantes la lectura de un texto y después con un riguroso procedimiento de análisis de entrevistas se establecieron las categorías y relaciones entre las formas de estudiar (Marton y Säljö, 1976b). Los resultados mostraron ciertas discrepancias, la principal fue, si el estudiante leía el texto por el texto o se centraba en el significado del mismo. La distinción entre este enfoque hacia el aprendizaje dio lugar a la dicotomía profundo-superficial. Los estudiantes con un enfoque profundo hacia el texto tuvieron una intención de búsqueda activa del mensaje del texto, es decir, trataban de detectar las ideas principales, la discusión y conclusiones que planteaba el autor. Además, buscaban relacionar estas ideas con su conocimiento previo. En cambio, el estudiante con un enfoque superficial pretendía identificar y memorizar hechos e ideas para su reproducción, que él esperaba que se presentaran en la evaluación de las asignaturas que cursaba.

Los enfoques de aprendizaje también se relacionan con los niveles de motivación de los estudiantes (Entwistle, 1984). En muchos casos, estos dos conjuntos de términos son intercambiables, de tal forma que, la motivación intrínseca y el enfoque profundo se conectan, y la motivación extrínseca se asocia con el *enfoque superficial de aprendizaje* (Biggs, 1987; Entwistle y Ramsden, 1983; Garrison, Andrews, y Magnusson, 1995; Marton y Säljö, 1984). Los estudiantes que utilizan un *enfoque profundo de aprendizaje* se considera que, son intrínsecamente motivados por aprender y tienden a buscar e interiorizar el significado de la nueva información como medio de integración de su conocimiento o comprensión del mundo. Por el contrario, los estudiantes que utilizan el enfoque superficial tienden a participar en la memorización y repetición de definiciones y conceptos sin interiorizar su significado por estar extrínsecamente motivados, tal como, los que tienen como intención obtener un grado superior, la ganancia monetaria, o los elogios de las figuras de autoridad (Garrison, Andrews, y Magnusson, 1995).

### Las TIC's y la Motivación

Pizarro, (2009) tuvo como intención incrementar el desarrollo de las destrezas y habilidades de los alumnos para que logren una mejora en su rendimiento académico; aumentar, además, su motivación, permitiéndoles que exploren las características de los diversos algoritmos numéricos interactuando con el software, para que logren aprendizajes significativos (Ausubel et al. , 1997). No obstante, aclaró que si bien la tecnología educativa es un elemento importante para mejorar los procesos de enseñanza - aprendizaje, esta mejora no depende solamente de la utilización de un software educativo, sino de su adecuada integración curricular, es decir, del entorno educativo diseñado por el profesor. Es decir, es importante que al alumno se le incorpore el uso de las nuevas tecnologías durante su formación universitaria, ya que la instrucción proveniente de diferentes profesores con diversas estrategias de enseñanza enriquecerá su perfil profesional. De lo contrario, no se le puede pedir que después lo haga como profesional ya que no tendrá experiencia o desconocerá la forma de cómo utilizarlas o aplicarlas. Por tal motivo, el aporte de la incorporación de las TICs durante el desarrollo de Cálculo es muy positivo, ya que aporta experiencia a los futuros Profesionistas.

Arango (2013) en su trabajo de investigación utilizó las TICs como herramienta de apoyo para la enseñanza del cálculo diferencial e Integral, logró aumentar la interacción de sus estudiantes, tornando el aprendizaje más atractivo flexible y motivador, observó que sus alumnos incrementaron el deseo de aprender y el número de horas dedicadas a su propio proceso de aprendizaje. Otro de los aspectos que distingue fue la disponibilidad instantánea de la información contenida en la web. Galán, J. González, Padilla, Rodríguez, (2007) Afirman que las TICs facilitan, mejoran el aprendizaje, la comprensión, la intercomunicación y el rendimiento académico de los alumnos. Las TICs abren un espacio en el que los estudiantes pueden manipular de manera directa los objetos matemáticos y sus relaciones. Les permite construir una visión más amplia y profunda del contenido matemático. El uso de estas herramientas permite a los estudiantes realizar acciones formativas significativas con los contenidos, ya que estos interactúan con interés y mayor atención, además de comprometerse con la solución de problemas y el descubrimiento de conceptos matemáticos en poco tiempo. Los estudiantes pueden observar múltiples representaciones incluyendo gráficas, hojas de cálculo y ecuaciones que les permiten llegar a sus propias conclusiones, y confirmarlas, formularse preguntas y teorías que aunque no puedan resolver en clase sigan con la motivación necesaria para buscar información fuera de ella. Pueden interactuar y explorar conceptos concretos y abstractos a través de múltiples representaciones (Erbas, Ledford, Polly y Orriol, 2004). Por su parte Castillo (2008) conceptualiza las TIC no sólo como medios, sino como elementos motivadores, creadores, que facilitan los procesos cognitivos de manera integrada con los demás elementos del currículo.

### Población

En el presente estudio sólo se considerarán estudiantes del segundo semestre que cursan la asignatura de cálculo diferencial e integral de las carreras que se imparten en el CUCEI, la muestra considera un total de 574 alumnos atendidos por 17 profesores en 23 secciones, se hará una clasificación de alumnos regulares con promedios logrados en el ciclo anterior considerando sus distintos enfoques de aprendizajes de 60 a 70, 70 a 80, 80 a 90 y 90 a 100. La edad promedio de los estudiantes es de 19 años.

### Objetivo de estudio

El objetivo de este estudio es identificar la influencia de las tics en la motivación de los alumnos, las fortalezas y debilidades que tienen los profesores del CUCEI como motivadores en sus tareas de enseñanza y conocer la apreciación que tienen los estudiantes de ellos.

### Preguntas de Investigación

El uso de las TICs influye en la motivación y rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería del CUCEI?

Cuáles son los factores motivadores del docente de cálculo diferencial e integral que influyen en el rendimiento académico del estudiante del CUCEI?

### A manera de conclusión

La implementación de formas innovadoras de manejar la información al utilizar plataformas llamativas y aplicaciones móviles ha cambiado de forma sustancial los métodos de enseñanza tradicionales, pues en las plataformas se añaden otros

ambientes de aprendizaje y espacios para la retroalimentación que son llamativos al estudiante. Se ha observado que al utilizar el estudiante una aplicación móvil mejora la percepción de los conceptos o contenidos temáticos de una forma que incentiva su interés y además le genera motivación, creatividad y libertad para aprender. Podemos caer en el error de centrar la atención sobre las tecnologías, por el contrario, estas son sólo instrumentos. Lo esencial en la tarea del docente es desarrollar habilidades y establecer criterios en el alumno para aprender y administrar información que utilizarán a lo largo de toda su trayectoria académica y profesional. Tradicionalmente la función del docente estaba centrada en seleccionar y transmitir información, en nuestros días ¿cuántos profesores están innovando nuevas tareas y utilizan herramientas tecnológicas que motiven al estudiante?, ¿cuál es la apreciación de los alumnos acerca de la labor docente? Por razones de espacio no se incluye el diseño de los cuestionarios de la encuesta que se pretende aplicar a los alumnos para evaluar a sus profesores, además, las preguntas se han enviado para que las valoren expertos en el área y se pretende realizar pruebas piloto para analizar su validez y confiabilidad.

#### Referencias

- Alderfer, C. (1989). Theories reflecting my personal experience and life dent. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 25 (4), 351-351/ Retrieved from <http://jab.sagepub.com/>
- Arango, J. (2013). "Una herramienta de apoyo a la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)". retrieved from <http://ridum.umanizales.edu.co/> 20 sep 2016
- Biggs, J. B. (1987). *Research monograph: Student approaches to learning and studying*. Melbourne, Australia: Australian Council for Educational Research.
- Castillo, S (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las tic en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, vol. 11, núm. 2, 2008, pp. 171- 194
- Entwistle, N. J., & Ramsden, P. (1983). *Understanding student learning*. London: Croom Helm. Estimating reliability of a measure. (n.d.). Retrieved from <http://www-ica.fmi.uni-sofia.bg/Module6/Ways.htm>
- Erbas, A. K., Ledford, S., Polly, D. y Orril, C. (2004). Engaging Students through Technology. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 9(6), 300-305.
- Garrison, D. R., Andrews, J., & Magnusson, K. (1995). Approaches to teaching and learning in higher education. *New currents*, 2.1. Retrieved from <http://www.ucalgary.ca/pubs/Newsletters/Currents/Vol.2.1/approaches.html>
- Galán, J. González, J. Padilla, Y. Rodríguez P. (2007). Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación Matemática. Una experiencia en las titulaciones de Ingeniería de la Universidad de Málaga. retrieved from <http://campus.usal.es/> 20 sept 2016
- Lei, S. (2010). Intrinsic and Extrinsic Motivation: Evaluating Benefits and Drawbacks from College Instructors perspectives. *Journal of instructional Psychology*, Vol. 37, nº 2.
- Malone, T. & Lepper (1987). Making Learning Fun: A Taxonomy of Intrinsic Motivations for Learning. In Snow, R. & Farr, M. J. (Ed), *Aptitude, Learning, and Instruction Volume 3: Conative and Affective Process Analyses*. Hillsdale, NJ.
- Marton, F. y Säljö, R. (1976a). On qualitative differences in learning. I. Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4-11.
- Marton, F. y Säljö, R. (1976b). On qualitative differences in learning. II. Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 128-148.
- Marton, F. and R. Säljö (1984). Approaches of learning. En F. Marton, D. Hounsell and N.J. Entwistle (Eds.) *The experience of learning* (36-55). Edinburg: Scottish Academic Press.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370-96.
- Marketing4ecommerce (2016) retrieved from <http://marketing4ecommerce.net/usuarios-de-internet-mundo/> 10 sep 2016
- Pizarro, R. (2009). "Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas. Aplicación al caso de Métodos Numéricos". retrieved from <http://postgrado.info.unlp.edu.ar/>, 20 sep 2016
- Reeve, J. (1994). *Motivación y emoción*. Madrid, España: Ediciones Mc Graw Hill.
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, University of Rochester, *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 25, 54-67.
- Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Briere, N. M., Senecal, C., & Vallières, E. F. (1992). The Academic Motivation Scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 1003-1017.
- Woolfolk A. E. (2006). *Psicología Educativa* (9a. ed). México: Prentice Hall Hispanoamericana.

# PROCESAMIENTO DE UNA MEZCLA DE ÁCIDO POLILÁCTO Y QUITOSANO PARA EL DESARROLLO DE UN BIOMATERIAL

M. en C. e I. Yaret G. Torres-Hernández<sup>1</sup>, M. en C e I. Alejandro Altamirano-Torres<sup>2</sup>,  
Dra. Lucía Téllez-Jurado<sup>1</sup>, Dr. Heberto A. Balmori-Ramírez<sup>1</sup>

**Resumen**—La fabricación de un material compuesto a partir de ácido poliláctico y diferentes porcentajes en peso de partículas de quitosano mediante un proceso de extrusión es presentada. Los materiales compuestos obtenidos se caracterizan mediante espectroscopia de infrarrojo, Difracción de rayos X y, microscopía confocal. Por otra parte se presentan algunos resultados sobre la degradación de los materiales compuestos en solución buffer de fosfatos. De los resultados experimentales obtenidos se desprende que no hay interacción alguna entre las fases, por lo que se trata simplemente de una mezcla física, lo que queda demostrado con las diferentes técnicas empleadas. En cuanto a la degradación los materiales compuestos presentan estabilidad en cuanto al pH y peso de la muestra durante el tiempo de evaluación (28 días).

**Palabras clave**— ácido poliláctico, quitosano, material compuesto.

## Introducción

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero alifático termoplástico obtenido a partir de recursos renovables, posee características como ser biodegradable y biocompatible (Herryman y Blanco, 2005), el hecho de poder ser procesado en un equipo convencional de extrusión, inyección representa también una ventaja frente a otros polímeros biobasados (Herrera et al., 2016). Mecánicamente presenta un elevado Módulo de Young y resistencia a la tensión, sin embargo la inherente fragilidad del material resulta en una baja tenacidad, que ha conducido a que diversas investigaciones busquen modificar dicho comportamiento, con el fin de expandir sus aplicaciones. Entre estas investigaciones se encuentran el uso de partículas de arcilla, la adición de vidrios de fosfato, por ejemplo (Charles, et al. 2007), (Herrera et al., 2016), sin embargo un aspecto importante ha sido la baja adhesión entre las fases debido a naturaleza orgánica de la matriz y una segunda fase inorgánica. Motivo por el cual en el presente estudio se propone la adición de partículas de quitosano, un biopolímero de origen animal del grupo de los polisacáridos, el cual es extraído a través de la total o parcial desacetilación de la quitina, el principal componente en los exoesqueletos de los crustáceos, artrópodos y también presente en la paredes celulares de algunos hongos (Majeti, y Kumar 2000), (Rinaudo, 2006). México, es uno de los primeros productores a nivel mundial de camarón, sin embargo cerca del 50% de su peso en crudo es desechado causando problemas de contaminación debido a la disposición final de los mismos en vertederos al aire libre, o en altamar y dada la rápida descomposición de los mismos y su naturaleza alcalina. El quitosano tiene la desventaja de poseer pobres propiedades mecánicas, y es incapaz de conservar una forma definida, sin embargo su superficie hidrofílica promueve el crecimiento y la diferenciación celular (Went et al, 2014), (Xiufang et al, 2007), por estas razones se busca el combinar dichas propiedades. En la presente investigación el quitosano fue extraído a partir del camarón blanco el cual ocupa el primer lugar de producción en México, teniendo así una fuente de obtención disponible y renovable, además empleando una técnica de fabricación

---

<sup>1</sup> M. en C e I. Yaret Gabriela Torres Hernández, es estudiante de Doctorado en Ciencias en Metalurgia y Materiales, Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE, Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, UPALM-Zacatenco, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, C.P. 07738, Ciudad de México, México. [yaghetto@gmail.com](mailto:yaghetto@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M. en C. e I. Alejandro Altamirano Torres, es profesor-investigador de Tiempo Completo Departamento de Materiales, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Ciudad de México, México, [aat@correo.azc.uam.mx](mailto:aat@correo.azc.uam.mx)

<sup>3</sup> Dra. Lucía Téllez Jurado, es profesora-investigadora de Tiempo Completo, Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE, Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, UPALM-Zacatenco, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, C.P. 07738, Ciudad de México, México, [ltellezj@ipn.mx](mailto:ltellezj@ipn.mx)

<sup>4</sup> Dr. Heberto A. Balmori Ramírez, es profesor-investigador de Tiempo Completo, Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE, Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, UPALM-Zacatenco, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, C.P. 07738, Ciudad de México, México, [hbalmori@ipn.mx](mailto:hbalmori@ipn.mx)

tradicional como lo es la extrusión en un equipo tradicional, lo cual implica un bajo costo comparado con otros procesos.

## Descripción del Método

### *Extracción del quitosano*

Los materiales empleados en la obtención del quitosano a partir de exoesqueletos de camarón fueron: exoesqueletos de camarón Blanco (*Litopenaeus Vannamei*).

*Desmineralización.*- Se colectaron aproximadamente 4 kg de desechos de camarón para ser separados, lavados con agua corriente, y posteriormente secados a 80°C por 4 h en una estufa. Posteriormente el producto obtenido fue tratado químicamente, de la siguiente manera: se colocaron los exoesqueletos de camarón en un matraz conteniendo una solución de HCl 0.6N en una relación 1:11 sólido-líquido a una temperatura de 30°C durante 3 horas.

*Desproteínización.*- El producto de la etapa anterior se coloca en una solución de NaOH al 1 % volumen a una temperatura de 28°C durante 24 horas de agitación constante para asegurar una completa desproteínización. Después de la desmineralización y desproteínización se obtiene la quitina en polvo, misma que será desacetilada para obtener el quitosano.

*Desacetilación.*- La desacetilación de la quitina se realizó utilizando una solución de NaOH al 50% volumen, por 1 hora, a una temperatura de 60°C. Se deja enfriar y luego se realizan lavados exhaustivos hasta alcanzar la neutralidad del medio, el producto obtenido en esta etapa es el quitosano. Posteriormente fué sometido a procesos de molienda en un molino manual marca EQUIPAR®, modelo CPI04021 y posteriormente se determinó el tamaño de partícula.

### *Fabricación del material compuesto*

Se fabricó un material compuesto de matriz polimérica, para lo cual se mezclaron mecánicamente las partículas de quitosano en diferentes contenidos de quitosano 1, 3 y 5% en peso, con los pellets de ácido poliláctico comercial (PLA 2002 D, PROMAPLAST®). Posteriormente la mezcla fue procesada por medio de una extrusora monohusillo Marca Beutel Spacher® con cilindro de 19 mm, relación L/D-24:1 a una temperatura de 150°C.

### *Espectrofotometría FT-IR*

Los distintos materiales fueron analizados mediante un espectrofotómetro VARIAN 3600 FT- IR, la región analizada fue la de 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>. La metodología utilizada para obtener los espectros consistió en hacer una pastilla mezclando la muestra con KBr en una relación en peso de 1:100 en una prensa manual a presión atmosférica y la medición se realizó por triplicado.

### *Microscopia Confocal de Barrido Láser*

Los diferentes materiales fueron analizados mediante un Microscopio Confocal-Multifotónico LSM 710 NLO (Carl Zeiss). Las imágenes fueron obtenidas en un intervalo de longitud de onda entre los 400-800 cm<sup>-1</sup>.

### *Degradabilidad In Vitro*

Las pruebas de degradación en solución buffer de fosfatos consistieron en pesar y colocar los materiales en frascos herméticos previamente lavados, en los cuales se adicionará agua y solución buffer de fosfatos con un pH de 7.5, los cuales serán sumergidos en un baño térmico de agua manteniéndolos a una temperatura constante de 36 ±0.5°C. La degradación fue determinada midiendo la variación del pH y la pérdida de peso.

## Resultados y Discusión.

### *Difracción de Rayos X*

En la figura 1 se muestran los patrones de difracción para los diferentes compuestos, en donde se observa claramente la pérdida de cristalinidad de los compuestos con respecto al polímero puro, conforme se incrementa el porcentaje de quitosano, esto es muy notable al observar el decaimiento en la intensidad del pico principal que presenta el PLA puro.

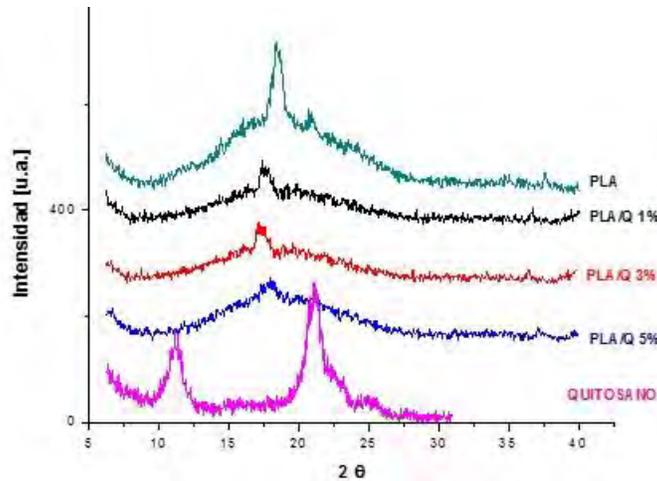


Figura 1.- Patrones de difracción de los materiales compuestos, quitosano y PLA.

### ***Espectrofotometría FT-IR***

Se realizó la espectroscopía de infrarrojo del PLA, quitosano, así como de los materiales compuestos fabricados, los espectros obtenidos se muestran en la figura 2. Para el caso del PLA la banda ubicada en  $1744.48\text{ cm}^{-1}$  muestra un pico importante debido a tensión de los enlaces C=O, una vibración de flexión del grupo carbonilo aparece a  $1180.83\text{ cm}^{-1}$ . La banda en  $866.62\text{ cm}^{-1}$  representa la fase amorfa y la correspondiente en  $754.78\text{ cm}^{-1}$  a la fase cristalina del PLA. Las bandas intensas ubicadas en  $2996.87$  y  $2943.89$  son asignadas a la region de tensión de los enlaces CH.

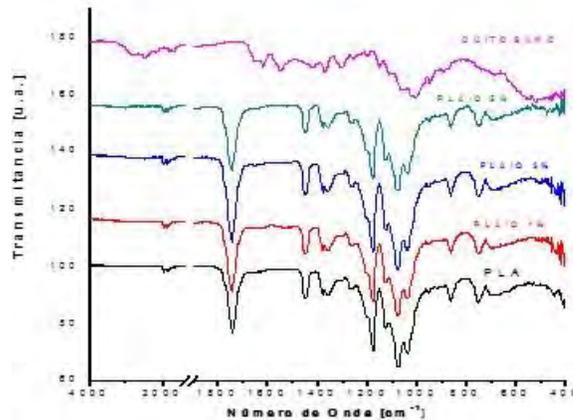


Figura 2.- Espectro infrarrojo de PLA, quitosano y materiales compuestos.

El FTIR del quitosano presenta bandas específicas a  $3256.62$  y  $3104.30\text{ cm}^{-1}$  debido a estiramiento de los enlaces N-H, las ubicadas en  $1659$  y  $1548\text{ cm}^{-1}$  son atribuidas a tensión del enlace del grupo amida. La tensión del grupo funcional C-H bond in  $\text{CH}_2$  ( $2868\text{ cm}^{-1}$ ) las bandas a  $890$  y  $1152\text{ cm}^{-1}$  son características de las vibraciones propias de la estructura de un sacárido, finalmente a  $1069$ - $1021\text{ cm}^{-1}$  bandas atribuidas a estiramientos de los enlaces  $\text{CH}_3$ . Los espectros correspondientes a los materiales compuestos muestran una banda principal a  $1744\text{ cm}^{-1}$  correspondiente a los grupos carboxílicos de la cadena de ácido poliláctico, y en general siguen el mismo comportamiento sin la presencia de nuevas bandas.

### *Microscopia Confocal de Barrido Láser*

Esta técnica se empleó para analizar la morfología, así como la distribución de las partículas de quitosano en la matriz, el PLA es débilmente fluorescente y para este caso se le asignó el color rojo, en tanto el quitosano con mayor fluorescencia emite en color verde, permitiendo distinguirlo fácilmente, tal y como se observa en la figura 3.

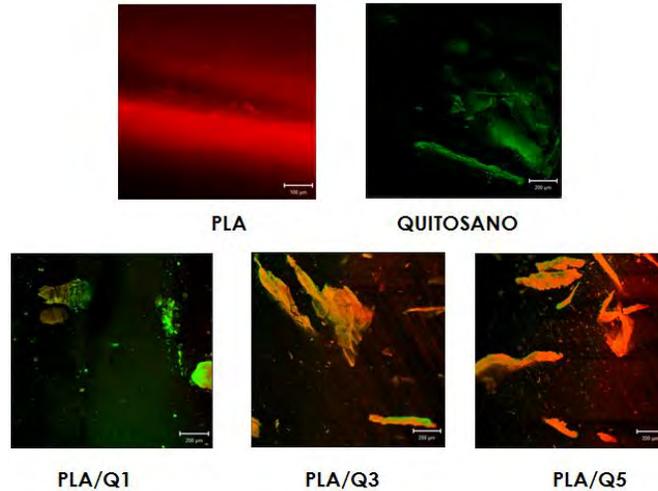


Figura 3.- Imágenes obtenidas de PLA, quitosano y materiales compuestos.

### *Degradabilidad In Vitro*

La degradabilidad de los materiales se evaluó sumergiendo los materiales durante periodos establecidos de tiempo en una solución buffer de fosfato (PBS), midiendo la variación de pH y peso de las muestras, como se ilustra en la figura 4.



La figura 4.- Incubadora con los materiales sumergidos y evaluación de pH.

Como se observa en la figura 5, el pH disminuye ligeramente para el PLA, y el material compuesto PLA/Q1 desde el primer día, posteriormente aunque tiene algunas fluctuaciones el incremento es mínimo en todos los casos sin sobrepasar el 7.4. Este comportamiento se explica según lo reportado por otros autores (Sabino et al, 2003), (Xiufang et al, 2007), por el mecanismo de degradación hidrolítica del PLA, en el cual ocurren dos reacciones: la primera de ellas consiste en una ruptura de la cadena al azar y la segunda es una hidrólisis de los extremos de las cadenas, la primera reacción ocurre con mayor velocidad a bajos pH, aunque es casi despreciable en pH neutro o básico, como en este caso.

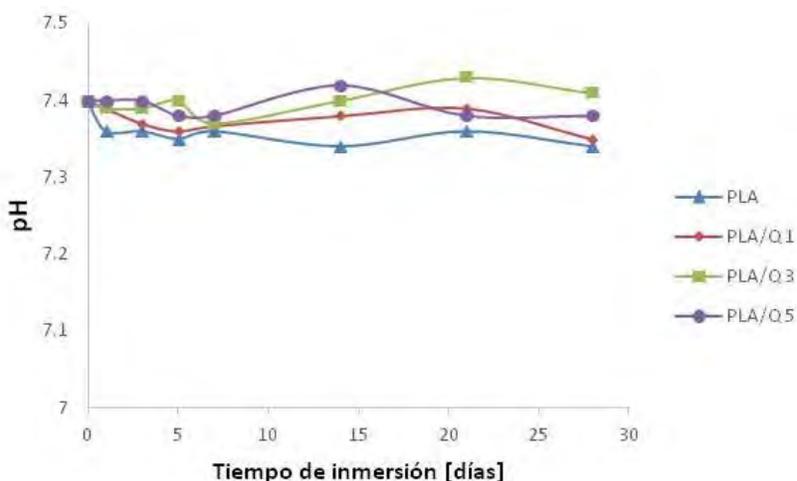


Figura 5.- Evaluación del pH de PLA, quitosano y materiales compuestos, en diferentes tiempos.

La gráfica de la figura 6, muestra que el PLA presenta un ligero hinchamiento, al igual que las muestras PLA/Q sobre todo a mayor proporción de quitosano, primero tienen un ligero incremento en su peso debido a la naturaleza hidrofílica del quitosano, que tiende a retener agua en su estructura, por lo cual se tiene aumento de peso. El carácter hidrofóbico del PLA lo hace poco susceptible a la degradación por hidrólisis o bien su cinética de degradación en los tiempos evaluados es lenta.

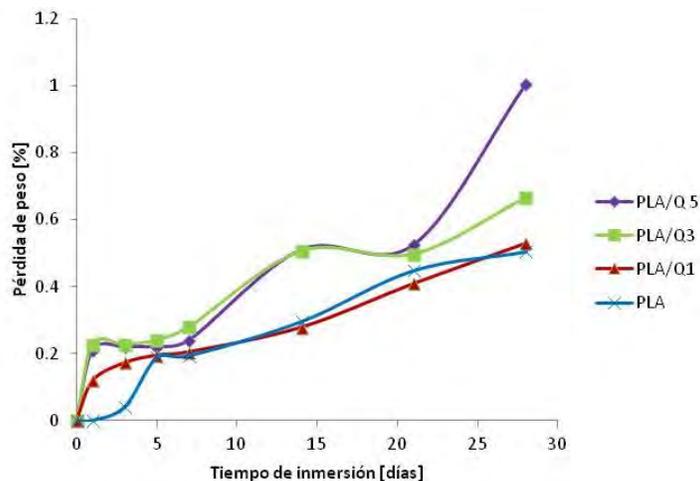


Figura 6.- Evaluación del pH de PLA, quitosano y materiales compuestos, en diferentes tiempos.

### Conclusiones

El análisis de DRX reveló la pérdida de cristalinidad en los materiales compuestos respecto al polímero puro, por otra parte la técnica FT-IR, permitió discernir si es que existía interacción química entre las fases, toda vez que no se presenta una nueva banda que indique la presencia de un nuevo enlace. Al igual que la microscopía confocal, al evidenciar las diferentes longitudes de onda en que emiten luz los diferentes materiales, deja claro la presencia de únicamente dos fases. En cuanto a las pruebas de degradación las muestras no presentan, pérdidas de peso significativas ni cambios de pH notables, esto debido a que resultaron poco susceptibles a la degradación hidrolítica, dado que el material compuesto es menos cristalino que el polímero puro se esperaba que la velocidad de

degradación fuera más rápida en dichos materiales, sin embargo lo que se puede concluir es que su cinética de degradación es muy lenta en el periodo de tiempo evaluado. Estas características sugieren que el material sería potencialmente aceptable para su uso en el sector médico como un andamio.

### Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional y al CONACyT por el apoyo para la realización de este proyecto de investigación, así mismo al Área de Ciencia de Materiales, de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco por el uso de sus equipos e instalaciones. Así mismo se reconoce el apoyo experimental del CNMN-IPN en la realización del trabajo presentado.

### Referencias

- Charles-Harris M., Sergio del Valle, Emilie Hentges, Pierre Bleuet, Damien Lacroix, Josep A. Planell, "Mechanical and structural characterization of completely degradable polylactic acid/calcium phosphate glass scaffolds", *Biomaterials*, Volume 28, Issue 30, October 2007, Pages 4429-4438, ISSN 0142-9612.
- CONAPESCA-SAGARPA. (2013). Producción mundial total de camarón silvestre según principales países, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México.
- Herrera N., Asier M. Salaberria, Aji P. Mathew, Kristiina Oksman, Plasticized polylactic acid nanocomposite films with cellulose and chitin nanocrystals prepared using extrusion and compression molding with two cooling rates: Effects on mechanical, thermal and optical properties, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 83, April 2016, Pages 89-97, ISSN 1359-835X.
- Herryman Munilla, M., Blanco Carracedo, G. "Ácido láctico y poliláctico: Situación actual y tendencias". *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* (2005), ISSN 0138-6204.
- Kandra P., Mohan M., Padma JH.K. (2012) efficient use of shrimp waste: present and future trends, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 17-29.
- Majeti, N.V., Ravi Kumar, "A review of chitin and chitosan applications", *Reactive & Functional Polymers* 46, pp. 1-27, (2000).
- Rinaudo, M., "Chitin and chitosan: Properties and application", *Progress in Polymer Science*, 31, pp. 603-632, (2006).
- Sabino M.A., Morales D., Ronca G. y Feijoo J.L., "Estudio de la degradación hidrolítica de un copolímero biodegradable. *Acta Científica Venezolana*, 54, 18-27, (2003)."
- Wen-Ta Su, Yun-Ting Wang, Chih-Ming Chou, "Optimal fluid flow enhanced mineralization of MG-63 cells in porous chitosan scaffold", *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, Volume 45, Issue 4, July 2014, Pages 1111-1118, ISSN 1876-1070, (2014).
- Xiufan Zhang, Hui Hua, Xinyuan Shen, Qing Yang, "In vitro degradation and biocompatibility of poly (L-lactide acid/chitosan fiber composites. *Polymer* 48 (2007), 1005-1011).

# MÉTRICAS DE CALIDAD Y EL DESARROLLO DE SOFTWARE AMBIENTAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Ing. Martha Elena Torres Martínez<sup>1</sup>, Dra. Elvira Rolón Aguilar<sup>2</sup>,  
Dr. Rene Bernardo Elías Cabrera Cruz<sup>3</sup> y Dr. Julio Cesar Rolón Aguilar<sup>4</sup>

**Resumen**— En la última década se ha incrementado el uso de las TIC's en el área de las ciencias ambientales, y con ello el desarrollo de diversas herramientas informáticas y software enfocados a la toma de decisiones en dicha área. La importancia en la implementación de un protocolo de calidad en el desarrollo del software ambiental que considere la aplicación de métricas tanto internas como externas desde el punto de vista del diseño, programación y uso, radica en la certificación del software por una entidad acreditadora, que lo diferencia considerablemente de otro software. En el presente trabajo se realiza un estudio de los diferentes modelos de métricas de calidad del software existentes en la literatura, analizándolas y clasificándolas de acuerdo a sus características, desempeño e implementación. El objetivo del estudio es analizar los atributos de calidad de un software ambiental para finalmente realizar una evaluación implementando las métricas de calidad adecuadas.

**Palabras clave**—Métricas de Calidad, Software, Métricas Internas, Métricas Externas.

## Introducción

La calidad de un software puede ser evaluado directa o indirectamente a través de los procesos utilizados para desarrollar el producto, la evaluación puede variar dependiendo al modelo de calidad o a las características del software. En la actualidad en el campo de la ingeniería de software el término “métrica” es utilizado para medir la calidad de procesos de software utilizando atributos que nos permite identificar la calidad en cada proceso del software (Abran, A. 2010). La norma ISO/IEC TR 9126 define métrica como una escala de medición, así como al método utilizado para la medición implementando atributos, se divide en métricas internas y externas, donde las métricas internas se utilizan para para medir atributos de diseño y código del software y las métricas externas son utilizadas para evaluar la funcionalidad del software. La norma ISO también maneja modelos de calidad que son un conjunto de características que proporcionan bases para especificar requisitos y permitir realizar una evaluación. Por otra parte, McCall (1997) describe la calidad de software como un concepto elaborado mediante relaciones jerárquicas entre factores de calidad basándose en criterios, donde las métricas desarrolladas están relacionadas con los factores de calidad y la relación que se establece se mide en función del grado de cumplimiento de los criterios.

En 1987 Hewlett-Packard desarrolló una serie de factores de calidad que reciben el acrónimo de FURPS, que incluye cinco categorías principales por sus nombres en inglés: Funcionalidad (Functionality), Usabilidad (Usability), Confiabilidad (Reliability), Desempeño (Performance) y Soportabilidad (Supportability), de aquí el nombre del modelo (Grady R. y Caswell D 1987). En 1991 ISO publicó su primer norma sobre la terminología y características de calidad para la evaluación de desarrollo de software, de 2001 a 2004, publicó una versión ampliada que contiene tanto los modelos e inventarios de las medidas propuestas para los modelos de calidad, (ISO/IEC TR 9126). Durante los últimos veinte años se han propuesto un número significativo de métricas de calidad para para adquirir mayor comprensión de las prácticas y desarrollo del software, sin embargo existe un porcentaje pequeño de métricas capaz de realizar un método de medición (Abran, A. 2010). También se han propuesto diferentes modelos de calidad de software que han sido aceptados y aplicados en la evaluación de diversos estudios, determinando las características correspondientes y necesarias para la evaluación (Bassam, A., *et al* 2011), (Dromey, G. 1996).

Los sistemas basados en computadoras para el análisis y gestión de la información ambiental han estado en uso desde mediados de la década de los 60's, tomando en cuenta algunas características como son: bases de datos y

<sup>1</sup> Ing. Martha Elena Torres Martínez. Estudiante del programa educativo de Maestría en Ciencias de la Computación de la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller”, en la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Universidad Autónoma de Tamaulipas. [marthatorres.2189@gmail.com](mailto:marthatorres.2189@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Elvira Rolón Aguilar es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas [erolon@docentes.uat.edu.mx](mailto:erolon@docentes.uat.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Rene Bernardo Elías Cabrera Cruz es Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [rcabreracruz@docentes.uat.edu.mx](mailto:rcabreracruz@docentes.uat.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Julio Cesar Rolón Aguilar es Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [jrolon@docentes.uat.edu.mx](mailto:jrolon@docentes.uat.edu.mx)

sistemas de información, modelos analíticos y de simulación que se han considerado para resolver problemas en el área ambiental (Alarcón et al, 2015). La calidad ambiental ha tenido un soporte en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), en donde se pueden ver, por ejemplo, en sistemas de contaminación atmosférica (DISPER), electromagnética (RADIA), marina (DESCAR), agua, aire y saneamiento de tierra (Alarcón 2014). Las aportaciones mencionadas integran un campo denominado "Informática ambiental" su contribución al desarrollo sostenible es una aceptación sobre las estrategias y las políticas ambientales tomando en cuenta el aporte para contribuir con el cuidado del medio ambiente (Hilty *et al.* 2006).

Poco se sabe sobre la implementación de un protocolo de calidad en el desarrollo de software ambiental, lo que conlleva a que en muchas ocasiones el código esté mal programado o que la respuesta del usuario no sea satisfactoria. De ahí que la verificación y fortalecimiento de las métricas de calidad sean funciones esenciales para que un software cumpla con las tareas que se necesitan para construir un sistema de calidad, ya que a través de las métricas es posible medir el nivel de confiabilidad, durabilidad, servicio, estética, así como la calidad de desempeño del software. El control de las métricas de calidad inicialmente era responsabilidad única de los ingenieros del conocimiento, sin embargo, con el paso del tiempo las técnicas de control de calidad se convirtieron en una actividad ejecutada por un grupo de personas (Giarratano, J., y Riley, G. 2001). Cabe mencionar que no solo se necesita al ingeniero en conocimiento para realizar el trabajo técnico, también es necesario el aporte de ideas de los especialistas, que tienen como responsabilidad analizar, planear y supervisar el funcionamiento del software (Pressman, 2010).

Actualmente el desarrollo del software está ligado a distintos atributos referentes a la funcionalidad, usabilidad, eficiencia, portabilidad y existe además la necesidad de cumplir marcos normativos que resumen en cada país una serie de requerimientos. Sin embargo, el ingeniero de software debe entender los significados de las características de calidad y comprender el valor en el desarrollo del software, con la implementación de métricas de calidad se espera que los ingenieros de software adquieran un compromiso con la calidad del software y lleguen a adquirirlo como cultura para el desarrollador, (Abran, A.,*et al.* 2001)

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática que permita identificar los distintos modelos de métricas de calidad propuestos en la literatura respecto a su implementación en el proceso de desarrollo del software y particularmente en software ambiental. Para ello, se utiliza una metodología diseñada para este objetivo, propuesta por Kitchenham (2004). Esto nos permitirá definir el conjunto de métricas internas y externas.

### Metodología

El método utilizado está basado en la metodología propuesta por Bárbara Kitchenham la cual se utilizó en disciplinas como ciencias sociales y medicina. Kitchenham, B.A, (2004) propuso una metodología determinando tres fases en el proceso de búsqueda: planificación de la búsqueda, realización de la búsqueda y representación del informe de revisión, que se desglosan en la Figura 1.

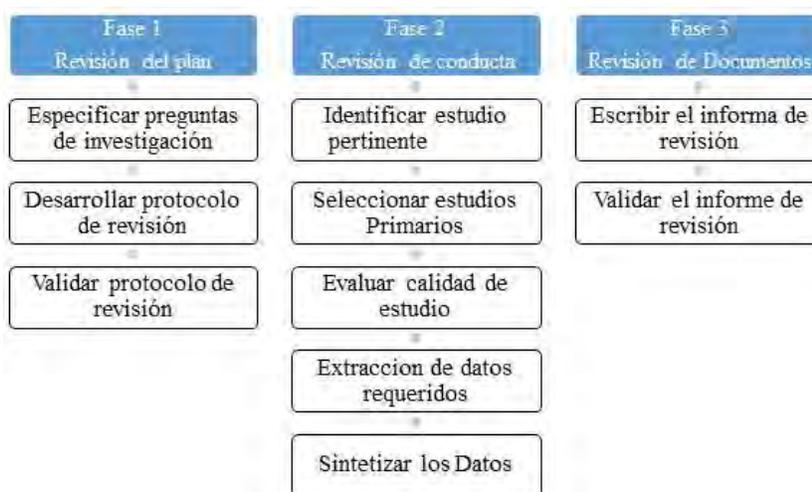


Figura 1 Proceso de búsqueda de la revisión Sistemática.

A continuación, se describen las fases sobresalientes mencionadas en la Figura 1 para la elaboración de la revisión sistemática.

### Preguntas de investigación

Esta revisión sistemática se desarrolla bajo el planteamiento de preguntas de Investigación que son la estructura de la metodología tomada en cuenta para estudiar la clasificación de las métricas de calidad que se pueden implementar en un desarrollo de software ambiental.

1. ¿Cuáles son los modelos de métricas de calidad utilizados para un software ambiental?
2. ¿Qué atributos de calidad se necesitan identificar para utilizar las métricas de calidad?
3. ¿Cómo evaluar un software ambiental utilizando métricas de calidad?

### Protocolo de revisión.

Es pertinente desarrollar una revisión sistemática ya que se convierte en una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible, agiliza la búsqueda, recolección y ordenamiento de la información. El presente estudio tiene como objetivo identificar los modelos de métricas de calidad existentes para implementar las adecuadas a un software ambiental.

### Revisión de la Literatura

En éste proceso se realizará una búsqueda sistemática utilizando bases de datos como son: *ScienceDirect*, así como *The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*; los atributos considerados son: Artículos Científicos, memorias Congresos Tesis de Posgrado, revistas científicas, un rango de 5 años investigaciones y palabras claves. Las palabras claves que se utilizarán para la revisión sistemática de la presente investigación son:

1. Métricas de calidad AND Software.
2. Desarrollo de Software AND Métricas Internas.
3. Desarrollo de Software AND Métricas Externas.
4. Software Verde AND Métricas de Calidad.

En la primera fase de búsqueda de utilizaron las palabras. Claves: Métricas de Calidad, Software, Métricas Internas, Métricas Externas, sin aplicar un método de exclusión, se obtuvo un resultado de 1, 390,892 artículos científicos en la base de datos *ScienceDirect*, en la segunda base de datos *IEEE* el resultado fue de 359,764 artículos. Que dan un total de 1, 750, 656 artículos. Posteriormente en el Cuadro 1 se puede observar los criterios de inclusión y exclusión que se utilizaron para realizar una segunda búsqueda, obteniendo como resultado de *ScienceDirect* 138 artículos y de *IEEE* 54 artículos

Criterios	Inclusión	Exclusión
Resultados	Revistas, libros, tesis y congresos.	Reportes Técnicos, Páginas Web
Formato	PDF	Word, PPT
Idioma	inglés español	Francés, Alemán, Chino, etc.
Año	2011-2016	Menor a 2011

Cuadro 1. Criterios de Inclusión y Exclusión.

Finalmente tomando en cuenta los criterios de inclusión se descargaron los 192 artículos resultantes que cumplieron los atributos considerados, así mismo en esta etapa se realizó una revisión de resultados y conclusiones de los artículos para extraer la información requerida, también se analizó los títulos para excluir los resultados no relacionados con la temática. En este proceso se redujo a 82 artículos que serán incluidos en el análisis de la presente investigación. El resumen de los artículos seleccionados se muestra en el Cuadro 2 donde se concentraron tomando en cuenta el año de publicación.

Año	Número
2011	3
2012	15
2013	49
2014	4
2015	8
2016	3

Cuadro 2 Resultado de Selección de Artículos

En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos del análisis aplicado a los artículos seleccionados el cual consiste en buscar en el contenido respuestas a las preguntas de investigación o estén orientadas a solución de casos similares.

Artículo	Autor	Año
Free/Libre Open Source Quality Models – a comparison between two approaches	Haaland, K., <i>et al</i>	2011
Technical assessment and evaluation of environmental models and software: Letter to the Editor	Alexandrov, G <i>et.al</i>	2011
Measuring robustness of Feature Selection techniques on software engineering datasets	Wang Huanjing <i>et al</i>	2011

Analysis of the ISBSG Software Repository from the ISO 9126 View of Software Product Quality	Cheikhi, L., <i>et al</i>	2012
Quality evaluation for Model-Driven Web Engineering methodologies	Domínguez <i>et al</i>	2012
Self-Adaptive and Resource-Efficient SLA Enactment for Cloud Computing Infrastructures	Maurer Michael <i>et al</i>	2012
A Review of Models for Evaluating Quality in Open Source Software	Adewumi, A., <i>et al</i>	2013
Quality evaluation of floss projects: Application to ERP systems	Aversano, L., y Tortorella, M.	2013
A software engineering perspective on environmental modeling framework design: The Object Modeling System	David, O. <i>et al</i>	2013
Investigating the Factors that Influence the Quality of Open Source Systems	Bakar, N. y Arsat, N.	2014
Assessing the environmental impact of data centres part I: Background, energy use and metrics	Whitehead, B <i>et al</i>	2014
Towards a Generic Sustainable Software Model	Amri Rahma <i>et al</i>	2014
Software reliability modeling based on ISO/IEC SQuARE	Febrero F., <i>et al</i>	2015
Classifying metrics for assessing Object-Oriented Software Maintainability: A family of metrics' catalogs	Saraiva de AG, <i>et al</i>	2015
Constructing and Exploiting Software Metrics Networks for Software Quality Assessment	Gu Sungdo <i>et al</i>	2015
Software metrics fluctuation: a property for assisting the metric selection process	Arvanitou, E. M <i>et al</i>	2016
Deriving thresholds of software metrics to predict faults on open source software: Replicated case studies	Arar, Ö. F., y Ayan, K.	2016
Mathematical implications of software quality prediction using different software metrics and particle swarm optimization (PSO)	Asif Ali <i>et al</i>	2016

Cuadro 3. Documentos obtenidos del análisis de contenido.

### Resultados

Como resultado del análisis de los artículos seleccionados para esta revisión de la literatura de las métricas de calidad se clasificaron en:

#### Modelos de métricas de calidad

De acuerdo a la norma ISO/IEC TR 9126 existen modelos de calidad que son un conjunto de características que proporcionan bases para especificar requisitos y permitir realizar una evaluación. En el Cuadro 4 se muestran los modelos de métricas de calidad y sus atributos.

Modelo	Atributos
McCall	Correctitud, Confiabilidad, Eficiencia, Integridad, Usabilidad, Interoperabilidad, Mantenibilidad, Capacidad de Prueba, Flexibilidad, Portabilidad, Reusabilidad
FURPS	Funcionalidad, Facilidad de Uso, Rendimiento, Confiabilidad, Capacidad de Soporte,
ISO/IEC TR 9126	Funcionalidad, Usabilidad, Portabilidad, Confiabilidad, Eficiencia, Mantenimiento.

Cuadro 4. Modelos de Métricas de Calidad y sus atributos.

#### Atributos de las métricas de calidad

La norma ISO/IEC TR 9126-3 es un reporte técnico que incluye las métricas internas que se puede implementar a un producto de software proporciona una amplia cobertura la calidad del software, esta norma internacional de calidad del software se divide en seis categorías generales: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad como se muestra en la Figura 2.

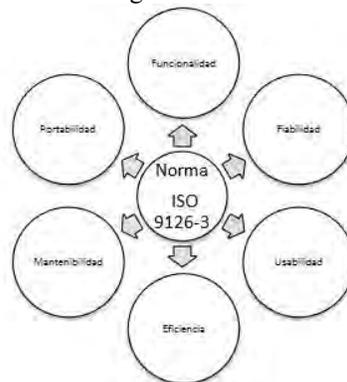


Figura 2. Atributos de la norma ISO 9126-3

### *Las características de la norma ISO 9126*

**Funcionalidad:** métricas funcionalidad interna se utilizan para predecir si el producto de software en cuestión satisface los requisitos funcionales prescritos una necesidad implícita de usuario, cuenta con cuatro sub-características: idoneidad, exactitud, interoperabilidad y seguridad.

**Confiabilidad** se utilizan para predecir si el producto va a satisfacer las necesidades de fiabilidad prescritas, durante el desarrollo del producto descargas.

**Usabilidad:** Es la capacidad del software de ser entendido, aprendido, y usado en forma fácil y atractiva.

**Eficiencia:** es del software es la forma del desempeño adecuado, de acuerdo a al número recursos utilizados según las condiciones planteadas. Se debe tener en cuenta otros aspectos como la configuración de hardware, el sistema operativo, entre otros.

**Capacidad de mantenimiento** es la cualidad que tiene el software para ser modificado. Incluyendo correcciones o mejoras del software, a cambios en el entorno, y especificaciones de requerimientos funcionales.

**Portabilidad:** La capacidad que tiene el software para ser trasladado de un entorno a otro.

Debido a la importancia que ha adquirido la calidad del software, la norma ISO/IEC TR 9126 fueron actualizadas por la serie de normas ISO 25000, proporciona una guía para cumplir el estándar internacional SQuARE (System and Software Quality Requirements and Evaluation), (Carrillo, A. *et. al* 2012).

La calidad en un software es importante ya que tiene como objetivo principal satisfacer las necesidades de los usuarios y por consiguiente ofrecer al usuario un beneficio por la utilización del software, es importante comprender que la calidad del software no se puede referir únicamente a obtener un producto sin errores (Bertoa, M. F., *et. al* 2002). La especificación de la calidad del software debe ser detallada y exacta, por consiguiente es importante que al desarrollar un software cuente con la formalización de la calidad mediante un modelo de calidad.

### *Evaluación de software ambiental*

Actualmente la industria se compone de tecnologías que requieren de mucha energía, en la mayoría de los investigadores se preocupan por problemas de residuos en el hogar, edificios, estados, etc., sin embargo no consideran el impacto ambiental que producen las tecnologías (Calero, C. y Piattini, M. 2015). (Erdelyi, K. 2013) explica que la ingeniería de software puede ser verde de tres maneras:

- Mediante la producción de un software verde.
- Mediante la producción de un software para el área ambiental.
- Mediante la producción de menos residuos.

### **Conclusiones**

De los modelos de métricas de calidad se consideraron tres que son: McCall, FURPS, ISO/IEC TR 9126 los cuales comparten atributos similares, los más relevantes son: Confiabilidad, Eficiencia, Usabilidad, Mantenimiento y portabilidad.

La verificación y el fortalecimiento de las métricas de calidad son funciones esenciales para que el software cumpla con las tareas que se necesita para construir un sistema de calidad, las métricas son las encargadas de medir el nivel de funcionalidad, portabilidad eficiencia, confiabilidad, para evaluar la calidad del desempeño del software. Para realizar una evaluación de la calidad de un software ambiental es considerable que el desarrollador y el especialista en el tema realicen un trabajo en equipo para determinar los atributos que se deban considerar en una evaluación del software. Sin embargo la calidad del software puede ser medida desde la fase de desarrollo así cuando se llegue a una fase final el software ya cumpla con los criterios de calidad para ser implementado en un campo comercial, con la finalidad que el usuario cuente con un producto de calidad

### **Referencias**

Abran, A., Bourque, P., Dupuis, R., & Moore, J. W. (2001). Guide to the software engineering body of knowledge-SWEBOK. IEEE Press.

Abran, A. (2010). Software metrics and software metrology. John Wiley & Sons.

Alarcón E., Cabrera-Cruz R. B. E.\*, Rolón-Aguilar J. C., Otazo-Sánchez E. M., Pérez-Avilés R., Nava-Díaz S. W. (2015). Aspectos A Considerar En La Construcción De Un Sistema Experto Para Evaluación De Calidad Ambiental. Tlamati 6(1), 27-38.

Alarcón, E. (2014). "Evaluación de calidad ambiental, Desarrollo de un software de estimación indirecta". Tesis de Doctorado en Medioambiente. Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller". Universidad Autónoma de Tamaulipas. 214 pág.

Bassam, A., M. Selamat H., Jabar, M. A., Din, J., Turaev, S. 2011. "Software quality models: a comparative study", In Proceedings of Software Engineering and Computer Systems, Part I: Second International Conference, ICSECS 2011, Kuantan, Malaysia, 2011, New York, Springer, 2011, 46-56.

Bertoa, M. F., Troya, J. M., & Vallecillo, A. (2002). Aspectos de calidad en el desarrollo de software basado en componentes. Capítulo do livro: Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software.

Calero, C., & Piattini, M. (2015). Green in Software Engineering. Springer.

Carrillo, A. B., Mateo, P. R., & Monje, M. R. (2012, June). Metrics to evaluate functional quality: A systematic review. In Information Systems and Technologies (CISTI), 2012 7th Iberian Conference on (pp. 1-6). IEEE.

Dromey, G. 1996. "Cornering the Chimera". IEEE Soft., 33-43.

Erdelyi, K. (2013, September). Special factors of development of green software supporting eco sustainability. In 2013 IEEE 11th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY) (pp. 337-340). IEEE.

Giarratano, J., & Riley, G. (2001). Sistemas expertos: principios y programación. International Thomson.

Grady R., Caswell D., Software Metrics: Establishing a Company-Wide Program. Mountain View, California: Prentice Hall, 1987. 275 p.

Hilty L. M., Peter Arnfalk, Lorenz Erdmann, James Goodman, Martin Lehmann, Patrick A. Wäger (2006). The relevance of information and communication technologies for environmental sustainability – A prospective simulation study, Environmental Modelling & Software, Volume 21, Issue 11, November 2006, Pages 1618-1629, ISSN 1364-8152, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.05.007>.

ISO/IEC TR9126-3: 2003 Software Engineering-Product Quality- Part 3: Internal Metrics, International Organization for Standardization- ISO, Geneva, 2003.

Kitchenham, B., 2004. Procedures for Performing Systematic Reviews. Keele University Technical Report TR/SE-0401. ISSN: 1353-7776

Mccall, J. Richards P., Walters G, "Factors in software quality". New York: The National Technical Information Service, 1977. 42 p.

Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del Software Un enfoque práctico, Séptima edición ed.

### Notas Biográficas

La **Ing. Martha Elena Torres Martínez** Ingeniero en Sistemas Computacionales estudiante del programa educativo de Maestría en Ciencias de la Computación de la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller", en la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Universidad Autónoma de Tamaulipas

La **Dra. Elvira Rolón Aguilar** es Doctora en Arquitectura y Gestión de la Información y del Conocimiento de Sistemas en Red por la Universidad de Castilla La Mancha, en España. Profesor investigador de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Integrante del Cuerpo Académico En Consolidación UAT-CA-29 Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Perfil Deseable del PRODEP.

El **Dr. René Bernardo Elías Cabrera Cruz** Dr. en Química por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Integrante del Cuerpo Académico En Consolidación UAT-CA-29 Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Perfil Deseable del PRODEP. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1-

El **Dr. Julio Cesar Rolón Aguilar** es Doctor en Formación e Investigación en Medio Ambiente en el Contexto Iberoamericano por la Universidad de Sevilla, en España. Profesor investigador de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Líder del Cuerpo Académico en Consolidación UAT-CA-29 Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Perfil Deseable del PRODEP.

# Metodología para la utilización de la simulación en la optimización de los recursos del Laboratorio de Redes en prácticas de enrutamiento de datos

Ing. Isaías Torres Martínez<sup>1</sup>, Ing. Alberto Romay Guillén<sup>2</sup>,  
M.I. Sonia Martínez Guzmán<sup>3</sup>, M.T.E. Wendy Carranza Díaz<sup>4</sup>, M.C. Felipe de Jesús Hernández Pérez<sup>5</sup>

**Resumen**— Se presenta la metodología empleada en el Laboratorio de Redes para optimizar los equipos de comunicaciones y mesas de trabajo disponibles, para las prácticas de enrutamiento. Se desarrolló la metodología debido al crecimiento del número de estudiantes por grupo y el decrecimiento de la disponibilidad de horas continuas para el desarrollo de las prácticas, en donde se ha empleado la simulación como actividad previa en preparación para la implementación física del escenario de red de datos, con el fin de aprovechar adecuadamente los recursos del laboratorio sin detrimento de las competencias profesionales que el estudiante debe adquirir.

## Introducción

En el curso “Conmutación y Enrutamiento en Redes de Datos”, de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Minatitlán, se realiza prácticas de configuración de conmutación para LAN y prácticas de configuración de enrutamiento para WAN con el fin de desarrollar en el estudiante la competencia específica de la asignatura: “Diseña, instala y configura redes LAN inalámbricas aplicando normas y estándares vigentes para la solución de problemas de conectividad”.

Esta competencia se aplica posteriormente en las asignaturas de la especialidad “Redes de Datos y TIC Orientadas al Desarrollo de Negocios”, en particular en “Conmutación y Enrutamiento Avanzado” y “Seguridad de Redes”, en donde el estudiante realiza desafíos y proyectos que integran redes de datos, para su implementación en organizaciones y empresas.

Las prácticas de enrutamiento se realizan en el “Laboratorio de Redes”, ubicado al interior del “Laboratorio de Cómputo”. Fue diseñado y realizado por el Ing. Alberto Romay con recursos provenientes de dos proyectos de investigación aplicada. El laboratorio es de 71 m<sup>2</sup>, ubicado en el ala sur del primer piso del Laboratorio de Cómputo, con área de Almacén de 12 m<sup>2</sup>, área de Servidores de 8 m<sup>2</sup>, área de Rack de Telecomunicaciones de 19 m<sup>2</sup> y área de Trabajo de 32 m<sup>2</sup>. Las áreas de Servidores y Rack de Telecomunicaciones cuentan con plafón y piso falso, en donde se ubica el cableado de los rack de estas áreas y el cableado horizontal hacia el área de Trabajo.

El área de Rack de Telecomunicaciones contiene 4 racks con equipos de comunicaciones, que están conectadas a las mesas de trabajo del estudiante y del maestro (ubicadas en el área de Trabajo), como se ilustra en la Figura 1. Cada rack tiene cableado horizontal hacia la mesa del mismo número (p. ej., Rack de Telecomunicaciones 1 con la mesa 1) y todos los rack tienen cableado horizontal hacia la mesa del maestro. Lo anterior es para que cada grupo de estudiante ubicado en una mesa disponga completamente de los equipos de comunicaciones instalados en el rack que le corresponde, y el maestro tiene acceso a todos los racks para supervisión o asesoría de la configuración que realizada cada mesa del estudiante en los equipos de comunicaciones.

Cada mesa de trabajo del estudiante dispone de 6 puertos de datos, 2 puertos de consola y 4 servicios de alimentación eléctrica, cuyas ubicaciones para la Mesa de Trabajo No. 1 se muestran la Figura 2a. Con ello acceden a cada router y switch montado en el Rack de Telecomunicaciones 1, utilizando laptop para la configuración y operación en red desde la mesa de trabajo, sin necesidad de apilar en la mesa los equipos de comunicaciones, protegiéndolos. El área disponible permite el trabajo cómodo de 4 estudiantes en cada una de las 4 mesas, hasta 16 estudiantes pueden ocupar el laboratorio a la vez.

<sup>1</sup> Ing. Isaías Torres Martínez es profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Minatitlán. [istomar@itmina.edu.mx](mailto:istomar@itmina.edu.mx).

<sup>2</sup> Ing. Alberto Romay Guillén es profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Minatitlán. [aromayg@hotmail.com](mailto:aromayg@hotmail.com).

<sup>3</sup> M.I. Sonia Martínez Guzmán es profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Minatitlán. [smgatletismo\\_2012@hotmail.com](mailto:smgatletismo_2012@hotmail.com).

<sup>4</sup> M.T.E. Wendy Carranza Díaz es profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Minatitlán. [wendytacd@hotmail.com](mailto:wendytacd@hotmail.com).

<sup>5</sup> M.C. Felipe de Jesús Hernández Pérez es profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Minatitlán. [fdj\\_hernandez@hotmail.com](mailto:fdj_hernandez@hotmail.com).

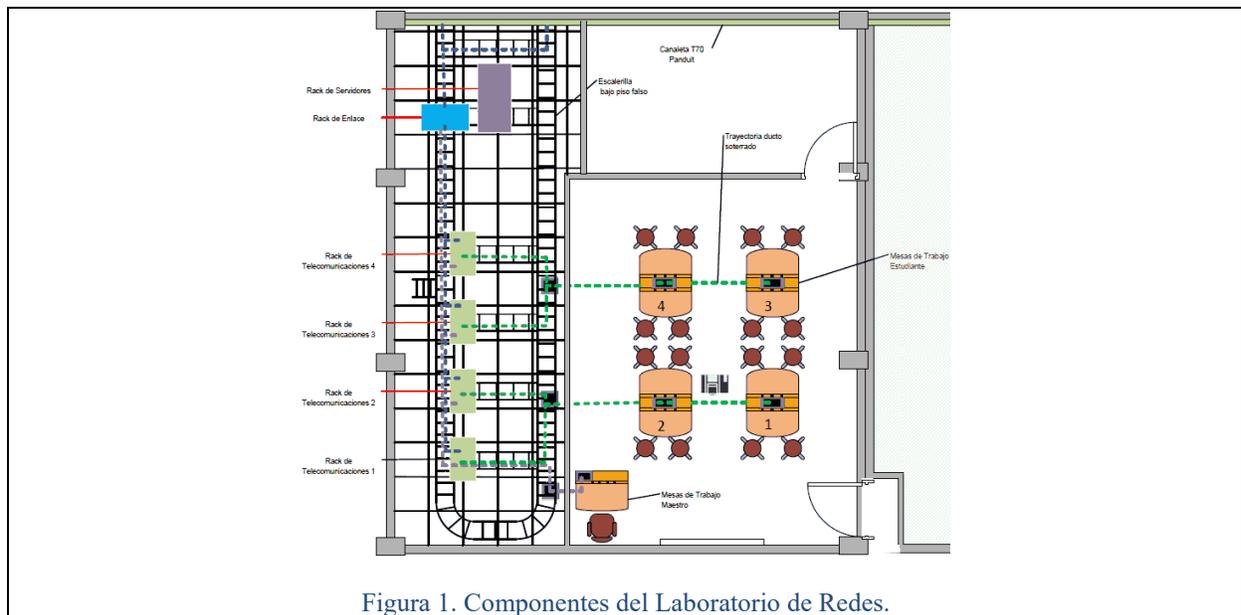


Figura 1. Componentes del Laboratorio de Redes.

Cada Rack de Telecomunicaciones (Figura 2b) tiene 3 routers y 2 switches, barra de contactos para alimentación eléctrica de los equipos, y patch panel donde los estudiantes utilizan cables directos (*patch cord*) para conectar los puertos de las mesas de trabajo con los equipos de comunicaciones en el rack (Figura 3), y usan cables seriales DCE-DTE V.35 para conectar los puertos seriales de los routers para construir WAN.

Todo lo anterior permite que el estudiante viva una situación cercana a la real en un cuarto de telecomunicaciones de una empresa y la operación con los servicios instalados para los usuarios.

La infraestructura del Laboratorio de Redes es óptima para la realización de prácticas con 16 estudiantes y al menos 2 horas continuas para su realización, dado que los estudiantes toman hasta 30 minutos para realizar las conexiones del escenario de red, 30 a 60 minutos realizar las configuraciones de los equipos de comunicaciones, 5 a 15 minutos en realizar las pruebas de conectividad, y tiempo adicional si hay algún fallo en la comunicación.

Debido al crecimiento del uso del Laboratorio de Redes, donde se han asignados más grupos (asignaturas), las prácticas se han reducido a una hora. Como consecuencia, se debe dedicar 3 a 4 sesiones (de una hora cada una) para realizar la misma práctica que antes se realizaba en 2 horas, ya que en una hora los estudiantes no logran completar el armado del escenario de red y la configuración, debiendo continuar en las sesiones siguientes.

Además, el número de estudiantes inscritos en el grupo “Conmutación y Enrutamiento en Redes de Datos” ha crecido hasta ser 30 a 32 estudiantes, con lo que la capacidad óptima del laboratorio se rebasa en más del 85%, por lo que se requiere dividir el grupo de estudiantes en 2 sub-grupos, para que el aprovechamiento de la práctica sea adecuada y el uso de los equipo de comunicaciones sea apropiado; esto conllevando a utilizar el doble del tiempo (al menos 6 sesiones de una hora) para desarrollar una práctica.

Y la extensión del tiempo para realizar una práctica implica realizar menos prácticas en el semestre escolar.

### Descripción del Método

Con el fin de recuperar la realización de las prácticas en una sesión de una hora para cada sub-grupo (equivalente a una sesión de dos horas anterior para todo el grupo), se utiliza la metodología siguiente:

1. Diseño de la práctica y la rúbrica.
2. Análisis del escenario de red de datos y de los requerimientos.
3. Diseño del esquema de direccionamiento IP.
4. Implementar el escenario de red de datos utilizando un simulador.
5. Configurar el esquema de direccionamiento en el escenario anterior.
6. Guardar la configuración de cada equipo de comunicaciones en un archivo de texto.
7. Implementar el escenario de red de datos en el Laboratorio de Redes.

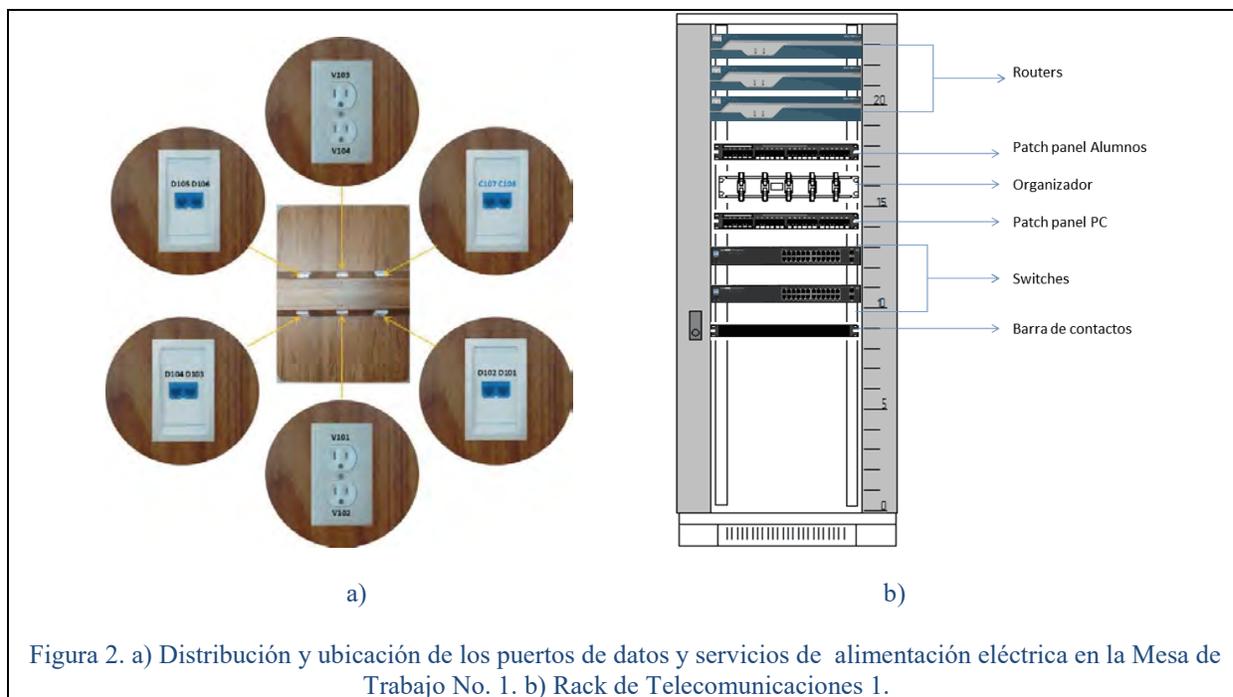


Figura 2. a) Distribución y ubicación de los puertos de datos y servicios de alimentación eléctrica en la Mesa de Trabajo No. 1. b) Rack de Telecomunicaciones 1.

8. Configurar los equipos de comunicaciones del escenario anterior, utilizando la configuración guardada del simulador.
9. Verificar y corregir la conectividad de la red de datos.

### 1. Diseño de la práctica y la rúbrica.

El profesor diseña la práctica en donde incluye los objetivos, el escenario de la red, las actividades que realizarán los estudiantes y la rúbrica de la práctica. En el documento de la práctica debe indicar las actividades que se realizarán en el simulador y las actividades que se harán en el Laboratorio de Redes. Se ejemplifica con la práctica de enrutamiento utilizando VLSM y RIP versión 2, ilustrada en la Figura 4.

### 2. Análisis del escenario de red de datos y de los requerimientos.

Al inicio de la práctica, los estudiantes realizan el análisis del escenario de la red de datos propuesta en la práctica con base en los requerimientos de hosts en cada red local, como se practica en la Tarea 1 (Figuras 4a y 4b).

### 3. Diseño del esquema de direccionamiento IP.

Es esta etapa los estudiantes diseñan el esquema de direccionamiento, con base en los requerimiento, para las redes de la topología y la tabla de direccionamiento para cada interfaz, Tarea 2 y 3 (Figuras 4b y 4c).

### 4. Implementar el escenario de red de datos utilizando un simulador.

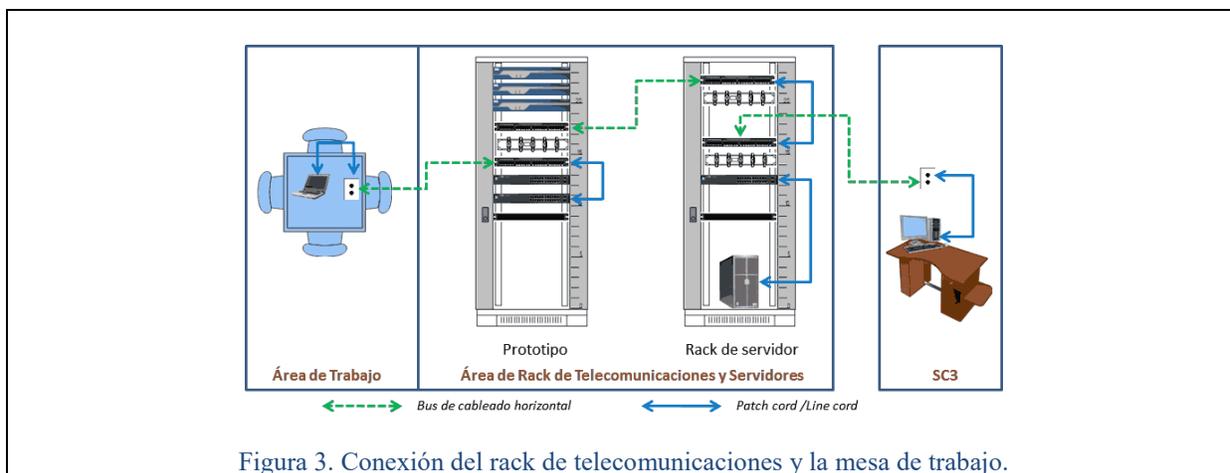
Ahora se realiza la red del Diagrama de topología utilizando el simulador, en donde se colocan primero los routers, después los switches y entonces conectarlos con el cableado apropiado, respetando los puertos Ethernet de routers asignados a cada LAN. Si se requiere, se debe insertar módulos seriales en los routers.

### 5. Configurar el esquema de direccionamiento en el escenario anterior.

Corresponde configurar los dispositivos de la red en el simulador, siguiendo los pasos de las Tareas 4 y 5 (Figura 4c), considerando la primer LAN como la conectada a la interfaz Fa0/0. También debe configurarse el protocolo de enrutamiento en cada router, con el fin de brindar comunicación entre las redes locales de la topología. El estudiante debe asegurar que existe conectividad en la red completa, y corregir los errores que hubiese en configuración.

### 6. Guardar la configuración de cada equipo de comunicaciones en un archivo de texto.

En la Tarea 6 (Figura 4c) el estudiante obtiene la configuración de cada router, utilizando en el comando "show running-config", y lo almacena en un archivo de texto. Después depura dicho archivo de texto, dejando sólo las líneas con los comandos de configuración, agregando los comandos para ingresar al modo privilegiado (enable) y de configuración global (configure terminal), de configuración de interfaz (interface nombre\_de\_interfaz), para activar las interfaces (no shutdown), el reloj de sincronización para DCE (clock rate) por tratarse de ambiente de laboratorio y verificar el protocolo de enrutamiento. En este escenario, el listado de configuración para router HQ es:



```
enable
!
configure terminal
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.192
no shutdown
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.1.65 255.255.255.192
no shutdown
!
interface Serial0/0/0
ip address 192.168.1.225 255.255.255.252
no shutdown
!
interface Serial0/0/1
ip address 192.168.1.229 255.255.255.252
clock rate 2000000
no shutdown
!
router rip
version 2
network 192.168.1.0
```

### 7. Implementar el escenario de red de datos en el Laboratorio de Redes.

Mostrar la simulación con conectividad entre las redes y tener la configuración de los routers en archivo de texto, son el pase de entrada al Laboratorio de Redes para implementar el escenario de red de la práctica, con routers y switches físicos.

8. Configurar los equipos de comunicaciones del escenario anterior, utilizando la configuración guardada del simulador.

Utilizando una laptop conectado a través del cable de consola, el estudiante configure cada router, mediante “ejecutar” (copiar y pegar) la correspondiente configuración guardada en el archivo de texto mencionado en 6.

### 9. Verificar y corregir la conectividad de la red de datos.

Sólo resta verificar la conectividad de la red, utilizando el comando ping desde una interfaz Ethernet de un router hacia las interfaces Ethernet de los otros dos routers. Si existiera un fallo en la comunicación, el estudiante debe solucionarlo.

## Calendario de prácticas

Se utiliza el esquema de tiempo mostrado en el Cuadro 1, en donde se divide a la clase en dos grupos (G1 y G2). El primer día de la semana laboral (lunes) ambos grupos se reúnen para la sesión teórica, en donde conocen los fundamentos de las dos prácticas a realizar (P1 y P2).

El grupo 1 al segundo día (martes) realiza el diseño del direccionamiento y la simulación de la red, y al tercer día (miércoles) realiza la práctica física en el Laboratorio de Redes.

El grupo 2 es al tercer día (miércoles) que realiza el diseño del direccionamiento y la simulación de la red, y al cuarto día (jueves) realiza la práctica física en el Laboratorio de Redes, de tal forma que en estos dos días ambos grupos trabajan en simulación o en el laboratorio en forma alternada.

Los estudiantes realizan la simulación en otro espacio físico, fuera del Laboratorio de Redes, y se acercan al profesor para consultarlo sobre la práctica y para mostrarle la simulación terminada y los archivos de texto con las configuraciones, que les permitirán ingresar al día siguiente al laboratorio para la realización física de la práctica.

Sesión	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes
Teórica	G1, G2					
Diseño y simulación		G1-P1	G2-P1	G1-P2	G2-P2	
Laboratorio			G1-P1	G2-P1	G1-P2	G2-P2

Cuadro 1. Valores obtenidos en cuestionarios y cálculos para la prueba estadística.

Además, cada práctica es ajustada a dos horas, por lo que pueden realizarse más de una práctica por semana, recuperando el número de prácticas que por semestre se realizaban cuando los laboratorios se programaban con dos horas consecutivas.

El esquema anterior se repite para la práctica 2 para ambos grupos, donde siguen alternando actividades. Con esto se consigue que los estudiantes utilicen apropiadamente el Laboratorio de Redes porque ocupan los espacios para lo que fue diseñado, respecto al número de estudiantes y la utilización de los equipos de comunicaciones.

### Resultados

Se ha obtenido resultados satisfactorios en la optimización de los recursos del Laboratorio de Redes mediante volver a ajustar a dos horas el tiempo de realización de cada práctica con el uso del simulador en una hora en un día y la aplicación de la configuración simulada en el laboratorio en otra hora al día siguiente.

Lo anterior permite dividir al grupo que excede la capacidad de estudiantes en el laboratorio, para que cada grupo utilice adecuadamente las instalaciones y equipamiento del Laboratorio de Redes, con el consiguiente aprovechamiento de cada estudiante, adquiriendo las habilidades que aplicará en asignaturas de semestres siguientes y en su vida profesional.

Se concluye que la metodología empleada es apropiada y aplicable para otros escenarios de prácticas de laboratorio en la ingeniería, que dispongan o permitan el uso del simulador.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo se verificó el efecto de incluir simulación en una metodología que permita hacer óptimo uso de los recursos del Laboratorio de Cómputo y aprovecharlo para mejorar las competencias profesionales en enrutamiento en estudiantes de nivel superior.

Se incluye el proceso seguido con una práctica realizada y un calendario para lograr lo mencionado en el párrafo anterior.

#### Conclusiones

Los resultados muestran que en la actualidad el profesor de educación superior puede y debe adaptarse a los recursos disponibles con el fin de optimizarlos para incrementar las competencias (saberes y quehaceres) de sus estudiantes.

#### Recomendaciones

Se recomienda que el profesor prepare adecuadamente la práctica para que sea realizable en la simulación y en el laboratorio dentro del espacio de una hora cada uno, además de verificar que los equipos de comunicaciones del laboratorio estén operativos.

### Referencias

- A. Romay G., I. Torres M., J. A. Olivares E., M.E. Reyes C. (2009). *Diseño e Instalación del Laboratorio de Redes*. Instituto Tecnológico de Minatitlán, proyecto financiado 2379.09-P.
- Cisco System Inc. (2008). *Exploration 2: Conceptos y Protocolos de Enrutamiento*. Cisco Networking Academy, 4ta. versión.
- I. Torres M. (2012). *Prácticas de conmutación y enrutamiento*. Instituto Tecnológico de Minatitlán, prácticas y rúbricas para “Conmutación y Enrutamiento en Redes de Datos”.
- I. Torres M., A. Romay G., D. Valdivieso R., W. Carranza D., S. Martínez G. (2015). *Recurso educativo apoyado en tecnología para el fortalecimiento de competencias en direccionamiento IP y subredes*. Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2015.

Instituto Tecnológico de Minatitlán	Comunicación y Enrutamiento en Redes de Datos	Prof.: Ing. Ingalias Torres Martínez	
Grupo:	Fecha:	Actividad:	L35
Estudiante:		Calificación:	%

**Diagrama de topología**  
(Direcciones con barra diagonal)

**Tabla de direccionamiento**

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de subred (decimal puntuado)
HQ	Fa0/0		
	Fa0/1		
	S0/0/0		
	S0/0/1		
BRANCH1	Fa0/0		
	Fa0/1		
	S0/0/0		
	S0/0/1		
BRANCH2	Fa0/0		
	Fa0/1		
	S0/0/0		
	S0/0/1		

**Objetivos**

- Determinar la cantidad de subredes necesarias.
- Determinar la cantidad de hosts necesarios para cada subred.
- Diseñar un esquema de direccionamiento adecuado utilizando VLSM.
- Asignar direcciones y máscaras de subred a las interfaces del dispositivo.
- Configuración de los dispositivos.
- Verificación de la conectividad de la red.

**Escenario**

Se le ha asignado la dirección de red 192.168.1.0/24 para la red que se muestra en el Diagrama de topología. Utilice VLSM para crear subredes que cumplan los requisitos de direccionamiento:

- La LAN1 de HQ requerirá 50 direcciones IP de host.
- La LAN2 de HQ requerirá 20 direcciones IP de host.
- La LAN1 de Branch1 requerirá 20 direcciones IP de host.
- La LAN2 de Branch1 requerirá 20 direcciones IP de host.
- La LAN1 de Branch2 requerirá 12 direcciones IP de host.
- La LAN2 de Branch2 requerirá 12 direcciones IP de host.
- El enlace de HQ a Branch1 requerirá una dirección IP para cada extremo del enlace.
- El enlace de HQ a Branch2 requerirá una dirección IP para cada extremo del enlace.
- El enlace de Branch1 a Branch2 requerirá una dirección IP para cada extremo del enlace.

Las direcciones de las interfaces de los dispositivos están incluidas en los requisitos de direccionamiento citados.

a)

**Tarea 3: Asignar direcciones IP a los dispositivos de red.**  
Asignar las direcciones correspondientes para las interfaces del dispositivo. Documentar las direcciones en la Tabla de direccionamiento.

**Paso 1: Asigne direcciones al router HQ.**

1. Asigne la primera dirección de host válida en la subred LAN 1 de HQ a la interfaz LAN Fa0/0.
2. Asigne la primera dirección de host válida en la subred LAN 2 de HQ a la interfaz LAN Fa0/1.
3. Asigne la primera dirección válida de host en la subred del enlace entre HQ y Branch1 a la interfaz S0/0/0.
4. Asigne la primera dirección válida de host en la subred del enlace entre HQ y Branch2 a la interfaz S0/0/1.

**Paso 2: Asigne direcciones al router de Branch1.**

1. Asigne la primera dirección válida de host en la subred LAN1 de BRANCH1 a la interfaz LAN Fa0/0.
2. Asigne la primera dirección válida de host en la subred LAN2 de BRANCH1 a la interfaz LAN Fa0/1.
3. Asigne la última dirección válida de host en la subred del enlace entre Branch1 y HQ a la interfaz S0/0/0.
4. Asigne la primera dirección válida de host en la subred del enlace entre Branch1 y Branch2 a la interfaz S0/0/1.

**Paso 3: Asigne direcciones al router de Branch2.**

1. Asigne la primera dirección válida de host en la subred LAN1 de Branch2 a la interfaz LAN Fa0/0.
2. Asigne la primera dirección de host válida en la subred LAN 2 de Branch2 a la interfaz LAN Fa0/1.
3. Asigne la última dirección válida de host en la subred del enlace entre HQ y Branch2 a la interfaz S0/0/1.
3. Asigne la última dirección válida de host en la subred del enlace entre Branch1 y Branch2 a la interfaz S0/0/0.

**Tarea 4: Configure los dispositivos.**  
Con base en la asignación realizada en la Tabla de direccionamiento, configure las interfaces de los dispositivos en el simulador.

**Paso 1: Configure los dispositivos en LAN HQ.**

1. Configure las dirección y la máscara en la interfaz Fa0/0 en el router de LAN HQ.
2. Configure las dirección y la máscara en la interfaz Fa0/1 en el router de LAN HQ.
3. Configure las dirección y la máscara en la interfaz S0/0/0 en el router de LAN HQ.
4. Configure las dirección y la máscara en la interfaz S0/0/1 en el router de LAN HQ.

**Paso 2: Configure los dispositivos en LAN BRANCH1.**

1. Configure las dirección y la máscara en la interfaz Fa0/0 en el router de LAN Branch1.
2. Configure las dirección y la máscara en la interfaz Fa0/1 en el router de LAN Branch1.
3. Configure las dirección y la máscara en la interfaz S0/0/0 en el router de LAN Branch1.
4. Configure las dirección y la máscara en la interfaz S0/0/1 en el router de LAN Branch1.

**Paso 3: Configure los dispositivos en LAN BRANCH2.**

1. Configure las dirección y la máscara en la interfaz Fa0/0 en el router de LAN Branch2.
2. Configure las dirección y la máscara en la interfaz Fa0/1 en el router de LAN Branch2.
3. Configure las dirección y la máscara en la interfaz S0/0/0 en el router de LAN Branch2.
4. Configure las dirección y la máscara en la interfaz S0/0/1 en el router de LAN Branch2.

**Paso 4: Configure el enrutamiento.**

1. Configure el enrutamiento utilizando el protocolo RIP versión 2 en el router de LAN HQ.
2. Configure el enrutamiento utilizando el protocolo RIP versión 2 en el router de LAN Branch1.
3. Configure el enrutamiento utilizando el protocolo RIP versión 2 en el router de LAN Branch2.

**Tarea 5: Verifique la conectividad de la red.**  
Verifique la conectividad de la red, utilizando el comando ping desde una interfaz Ethernet de un router hacia las interfaces Ethernet de los otros dos routers. Si existiera un fallo en la comunicación, use sus destrezas para solucionarlo.

**Tarea 6: Obtenga la configuración de los dispositivos.**

1. Obtenga la configuración en el router de LAN HQ en archivo TXT, depure y ajuste para la configuración física.
2. Obtenga la configuración en el router de LAN Branch1 en archivo TXT, depure y ajuste para la configuración física.
3. Obtenga la configuración en el router de LAN Branch2 en archivo TXT, depure y ajuste para la configuración física.

b)

**Tarea 7: Implemente el escenario de red en el Laboratorio de Redes.**

1. Implemente el escenario de red del Diagrama de topología en el Laboratorio de Redes.
2. Utilizando una laptop conectada a través del cable de consola, configure cada router, pegando la correspondiente configuración guardada en el archivo TXT obtenido en la Tarea 6.
3. Verifique la conectividad de la red, utilizando el comando ping desde una interfaz Ethernet de un router hacia las interfaces Ethernet de los otros dos routers. Si existiera un fallo en la comunicación, use sus destrezas para solucionarlo.

**Rúbrica**

5%	Tarea 1: Examinar los requisitos de la red.
20%	Tarea 2: Diseñar un esquema de direccionamiento IP.
20%	Tarea 3: Asignar direcciones IP a los dispositivos de red.
10%	Tarea 4: Configure los dispositivos.
5%	Tarea 5: Verifique la conectividad de la red.
5%	Tarea 6: Obtenga la configuración de los dispositivos.
35%	Tarea 7: Implemente el escenario de red en el Laboratorio de Redes.
100%	

c) d)

Figura 4. Práctica de enrutamiento utilizando VLSM y RIP versión 2.

# Propuesta de mejora a la arquitectura del Robot MINI DARWIN utilizando Raspberry PI

Ing. Rafael Alberto Torres Ovando<sup>1</sup>, Dr. Salvador Ibarra Martínez<sup>2</sup>,  
Dr. Julio Laria Menchaca<sup>3</sup> y Ing. José Antonio Castán Rocha<sup>4</sup>

**Resumen**—Se propone una arquitectura electrónica-computacional utilizando Raspberry PI (modelo 2 B+). Este sistema de cómputo embebido posee una amplia solvencia para incrementar las capacidades operativas, así como la incorporación de diversos periféricos de una forma más amigable. Específicamente esta mejora se propone mediante dos módulos: 1) módulo de voltaje, el cual está dedicado a modificar el sistema de alimentación del voltaje del robot; 2) módulo de control, encargado de la adecuación de la tarjeta Raspberry PI en el sistema computacional del robot MINI DARWIN, permitiendo así tener un sistema de cómputo abierto y robusto. Para finalizar, se presentan algunas conclusiones enfatizando las bondades y ventajas de esta propuesta, así como proponer algunas líneas de trabajo futuro.

**Palabras clave**—Raspberry PI, Circuito Electrónico, Sistema Computacional, Modulo de Voltaje, Modulo de Control.

## Introducción

La empresa ROBOTIS ha creado el robot MINI DARWIN con el objetivo de satisfacer la necesidad de un robot bípedo para uso estudiantil con una plataforma sencilla y de tamaño compacto. Este robot tiene la característica de poseer una tarjeta de control OpenCM9.04-C la cual ayuda a realizar las dinámicas enviadas desde un dispositivo móvil a través de señales bluetooth. Consta de un cuerpo constituido por partes o protecciones de plástico no muy robustas pero funcionales que sostienen las extremidades en las cuales están posicionados equitativamente los 16 servomotores Dynamixel XL-320, los cuales se distribuyen en 3 servomotores por brazo y 5 por cada pierna para poder realizar sus movimientos bípedos programados.

En la literatura existen varios trabajos relacionados con modificaciones a los robots de la empresa ROBOTIS y entre los cuales resaltan el propuesto por García, Felip et al (2014) donde presentan un caso para mejoras de un robot humanoide, en el cual hace referencia a los robots ROVONOA, KONDO y BIOLOID los cuales son robots y un poco más especializados que el MINI DARWIN. En dichos trabajos se proponen mejoras de operatividad computacional sin grandes cambios específicos en su arquitectura de control, proponiendo adecuaciones para adaptar placas como Arduino y Raspberry PI, además de modificar la comunicación de la arquitectura del robot por dichas placas de control, propone conexiones de radiofrecuencia. Por otra parte, en el trabajo de los autores Dos, León et al (2014) presentan una propuesta enfocada a la visión del robot para uso de seguimiento de objetos, el cual consta más que nada de una adaptación de la placa de control Arbotix con conexión a una Raspberry PI en el robot BIOLOID y una adaptación de una cámara dual para el manejo de imágenes y seguimiento.

No obstante a los esfuerzos antes mencionados en la literatura, en la página de la empresa ROBOTIS no se encontraron trabajos que propongan modificaciones en las características de fábrica de dicho robot. Es por ello que en el presente trabajo se muestra el desarrollo de un sistema abierto que sustituye al que trae de fábrica el robot MINI DARWIN, que permite además el uso de diversos sensores para realiza diferentes tareas de enseñanza e investigación en la rama de robótica humanoide y que de esa manera se puedan solventar muchas de las necesidades electrónicas posibles, con el objetivo de brindar una amplia funcionabilidad computacional para que el usuario pueda trabajar o modificar desde el sistema operativo de su preferencia, hasta los métodos programables dentro del robots.

---

<sup>1</sup> Ing. Rafael Alberto Torres Ovando es Estudiante de Maestría en Ciencias de la Computación en la Facultad de Ingeniería (Arturo Narro Siller) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [a2073330429@alumnos.uat.edu.mx](mailto:a2073330429@alumnos.uat.edu.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Salvador Ibarra Martínez es Líder del Cuerpo Académico Consolidado de Tecnología Computacional de la Facultad de Ingeniería (Arturo Narro Siller) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [sibarram@uat.edu.mx](mailto:sibarram@uat.edu.mx)

<sup>3</sup> El Ing. José Antonio Castán Rocha es Integrante del Cuerpo Académico Consolidado de Tecnología Computacional de la Facultad de Ingeniería (Arturo Narro Siller) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [jacastan@docentes.uat.edu.mx](mailto:jacastan@docentes.uat.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Julio Laria Menchaca es Integrante del Cuerpo Académico Consolidado de Tecnología Computacional de la Facultad de Ingeniería (Arturo Narro Siller) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [jlaria@docentes.uat.edu.mx](mailto:jlaria@docentes.uat.edu.mx)

En este sentido, existen una amplia variedad de sistemas embebidos electrónicos que se pueden analizar, pero entre los más utilizados actualmente en el campo de la robótica se pueden encontrar las siguientes tres arquitecturas, Arduino<sup>5</sup>, Raspberry PI<sup>6</sup> y PC104<sup>7</sup>.

Arduino es una tarjeta de procesamiento muy versátil basada en microcontroladores ATmel, contiene varias entradas y salidas digitales, varias entradas analógicas de 10 bits de resolución, salidas PWM, interface USB y permite ser alimentada con voltaje entre 5V y 12V, además son de bajo consumo. Estas características le brindan una amplia funcionalidad para la construcción de dispositivos de bajo costo. Sin embargo, tienen la desventaja que poseen muy poca capacidad de memoria algo necesario en el desarrollo de sistemas autónomos.

La PC104 (2016) es de la familia de computadoras embebidas de tamaño pequeño ya que sus dimensiones son de 3.550 x 3.775 pulgadas (90 x 96 mm) en la cual le integra un procesador AMD Geode™ LX800 a 500 MHz, un chipset AMD LX800 + CS5536, estos módulos son capaces de soportar una memoria DDR 333 SODIMM de hasta 1 GB (DDR 400 opcional de hasta 512 MB), además de distribuir 1 MB a la memoria ROM, además contiene periféricos para poder conectar teclado, ratón, y pantalla, esta tarjeta es alimentada por 5V a 1.53A, siendo esta última característica un inconveniente para el desarrollo de sistemas autónomos debido a su alto consumo.

La Raspberry PI (2016) es un sistema embebido muy potente al grado de una computadora convencional en un tamaño de no más grande que una tarjeta de crédito basada en una Broadcom Sistema en un Chip (SoC por sus siglas en inglés System on Chip) BCM2835, BCM2836 y BCM2837 dependiendo el modelo de los 3 existentes, incluye también un ARM (Advanced RISC Machine) compatible con la CPU (Unidad Central de Procesamiento) y un GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico) VideoCore IV como arquitectura de bajo consumo multimedia originalmente de Alphamosaic Ltd y ahora propiedad de Broadcom. La velocidad de sus procesadores puede variar de 700 MHz a 1.2 GHz, así como también el rango de memoria de 256 MB a 1 GB dependiendo del modelo, así también una entrada SDHC o MicroSDHC dependiendo el modelo para el almacenamiento del S.O. (Sistema Operativo), de 1 a 4 puertos USB dependiendo del modelo, puerto HDMI para video y un jack de 3.5 mm para audio y salidas de nivel inferior provistas de un número de pines GPIO que soportan protocolos comunes como I<sup>2</sup>C. La fundación ofrece un S.O. llamado Raspbian, una distribución de Linux basada en Debian para estos sistemas embebidos, así como variaciones de Ubuntu o Windows, promueve Python y Scratch como lenguajes de programación principal con el apoyo de muchos lenguajes. Teniendo una ventaja de poseer lo necesario de una maquina potente computacionalmente hablando en un tamaño compacto y altamente funcional para el uso de investigaciones.

En base a lo anterior, en el presente trabajo se decidió seleccionar al sistema Raspberry PI como sistema embebido para el control y procesamiento de datos adquiridos por los sensores y actuadores del cuerpo robótico para un funcionamiento óptimo, debido a que es un sistema muy funcional de dimensiones pequeñas, de bajo costo, y que puede ser alimentado por un voltaje total de 5V y su consumo es de 800 mA (4.0W) lo que permite tener una mayor autonomía de las baterías. Además, este sistema brindará al robot el poder computacional necesario para controlar los diversos sensores y actuadores que este utiliza.

### Descripción del Método

En la Figura 1 se muestra la imagen del robot MINI DARWIN. Este contiene un dispositivo receptor Bluetooth que permite la comunicación entre el robot y un dispositivo móvil desde el cual se envían todas las instrucciones hacia la tarjeta de control que es la encargada de traducirlas y enviadas para así articular las extremidades del robot. Todos los circuitos y las baterías se encuentran localizados dentro del torso del robot (1).

---

<sup>5</sup> <http://www.arduino.org/>

<sup>6</sup> <http://www.raspberrypi.org/>

<sup>7</sup> <http://www.pc104.org>



Figura 1 Imagen del robot MINI DARWIN

En la Figura 2 se presenta el esquema en bloques de los circuitos del robot tal cual viene de fábrica. En este, la Unidad de Procesamiento y Control (UPC) modelo OpenCM9.04-C, recibe a través del dispositivo receptor de Bluetooth modelo BT-210, la información proveniente de un dispositivo móvil. En esta se procesan los datos adquiridos y manda las instrucciones hacia los 16 servomotores distribuidos de la siguiente forma, 3 motores en cada brazo y 5 en cada pierna del robot. Todos los circuitos y motores están alimentados con dos baterías de Lithium-ion.

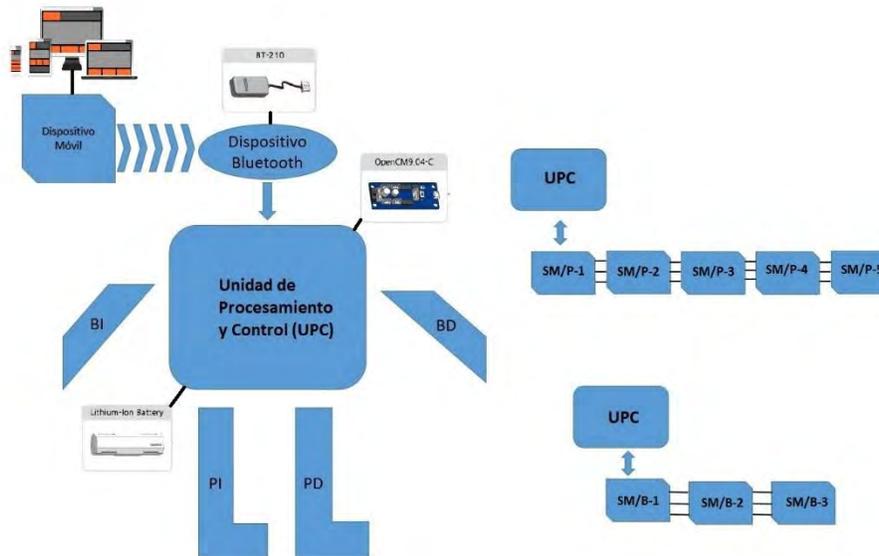


Figura 2 Esquema en bloques de los circuitos del robot.

Aunque la arquitectura es un sistema muy funcional, tiene la desventaja de ser cerrado ya que la única forma de programarlo es por medio de las aplicaciones de la empresa desarrolladora y no es una arquitectura abierta que le permita al usuario realizar cambios en el programa para, por ejemplo, adaptarle nuevos sensores, entre otros dispositivos.

Es por ello que en el presente trabajo y con el objetivo de hacer que el robot cuente con una arquitectura más abierta desde el punto de vista de programación e integración de más elementos, se propuso la sustitución de algunos componentes originales del robot. En la Figura 3 se muestra el esquema en bloques de la nueva estructura desarrollada para el robot.

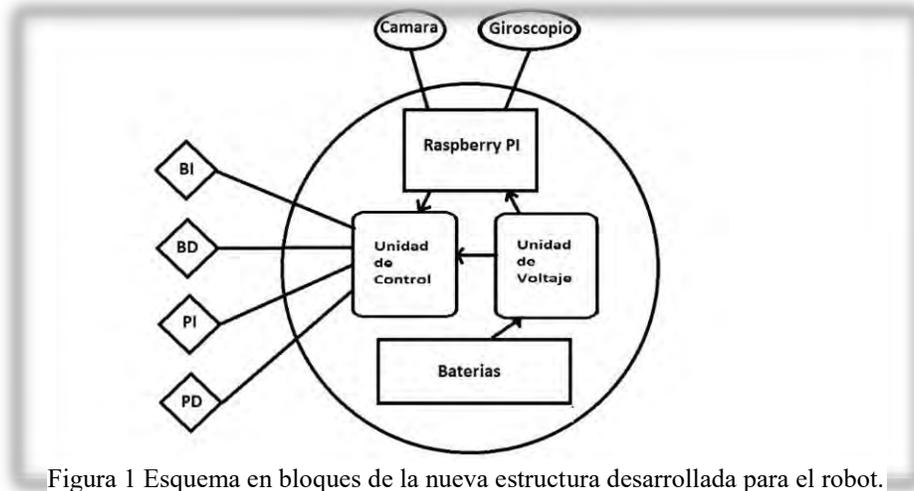


Figura 1 Esquema en bloques de la nueva estructura desarrollada para el robot.

Esta nueva arquitectura se representa cómo está compuesta por una unidad de procesamiento en base a una tarjeta Raspberry PI 2 modelo B+. Esta envía la información a la unidad de control para el manejo de las extremidades del robot. La unidad de control se desarrolló en base a un circuito integrado 74LS241. La unidad de procesamiento utilizada brinda además la posibilidad de instalarle al robot otros dispositivos tales como un giroscopio, una cámara de videos, etc. También permite el control del funcionamiento del robot a través de un programa interno o controlarlo a través de algún dispositivo de radio frecuencia. Los circuitos del robot, así como los servos motores son alimentados desde la unidad de voltaje que contiene cuatro baterías Li-ion de 3,7V/9900mA. Así logrando solventar los requerimientos eléctricos de la unidad de control a los servomotores como también la unidad de procesamiento de datos en conjunto con los dispositivos. Logrando un óptimo proceso computacional para el robot.

Para realizar dicho cambio propuesto en la arquitectura electrónica y de control del robot, es necesario acompañarla de un cambio en la estructura física. Para realizar lo anterior, fue necesario modificar el torso del robot, ya que es ahí donde se encuentra ubicada la arquitectura de control propuesta y las baterías. De acuerdo a las necesidades de locomoción del robot, se prestó una gran atención a la distribución de los módulos antes comentados para brindar de un equilibrio adecuado al robot. Es importante mencionar que los cambios afectaron la posición de los brazos y de las piernas del robot, lo cual es algo que no se comenta mucho a lo largo de este trabajo pero que es significativo para los alcances del mismo.

Por otra parte, el nuevo sistema electrónico de control brinda al robot funciones más abiertas, lo cual permite un mejor control de los actuadores y sensores. Además, dicho sistema brinda la facilidad de poder interactuar con el robot por medio de botones (que permitirán el encendido y apagado del robot y la activación del voltaje hacia los motores) y leds (los cuales brindan una visualización de acciones según el código de color o secuencia de encendido). Otra de las ventajas de este proyecto es que el usuario puede trabajar con el robot a través del sistema Raspberry pi (utilizando una conexión SSH o una conexión física de video HDMI y periféricos (mouse y teclado)), el cual permita usar el robot como una computadora convencional.

El sistema computacional brindado por la Raspberry PI proporciona un sistema abierto ya que podrá interactuar con el módulo de control y el módulo de voltaje, brindando un óptimo funcionamiento y mejorando los parámetros como lo son el sistema operativo, en scripts ejecutables para funciones del robot y librerías relacionadas con el movimiento de actuadores o recepción de información proveniente de los sensores ajustados.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En este trabajo de investigación se propone una nueva arquitectura electrónica para el robot MINI DARWIN en base a una tarjeta Raspberry PI 2 Modelo B+ la cual brinda la posibilidad de equipar el robot con dispositivos y sensores. Por otra parte, una de las principales ventajas de esta nueva arquitectura es que permite el control del funcionamiento del robot a través de un programa interno abierto que puede ser desarrollado por el usuario para ejecutarlo automáticamente o controlarlo a través de algún dispositivo de radio frecuencia. Esto permitirá que el robot sea un instrumento tecnológico con mayores capacidades para sea utilizada en actividades de docencia e investigación.

### *Conclusiones*

Se desarrolló una nueva arquitectura electrónica en sustitución de la que originalmente trae el robot MINI DARWIN que permite una mayor versatilidad de uso de dicho robot y la incorporación de una unidad de procesamiento de datos más robusta la cual abre la posibilidad de incorporar nuevos dispositivos y sensores lo cual amplía su uso en la docencia e investigación.

### *Recomendaciones*

Se recomienda realizar las pruebas que permitan la comprobación del nuevo sistema electrónico y computacional para el robot y así comprobar las capacidades y limitaciones de la nueva arquitectura desarrollada.

## Referencias

Dos, J., León, J. y Chang, C. (2014). "Integración de Arbotix, Raspberry Pi y motores Dynamixel Ax-12+ para un robot humanoide que busca y patear pelotas" Revista Maskana. Cuenca Ecuador.

García, J. C., Felip, J., Veiga, C. y Sanz, J. (2014). "Casos de uso y mejoras de un robot humanoide de bajo coste" Actas de las XXXV Jornadas de Automática. Valencia España.

ROBOTIS, (2016). Disponible en <http://en.robotis.com/index/>.

OpenCM9.04-C, (2016). Disponible en <http://support.robotis.com/en/product/auxdevice/controller/opencm9.04.htm>.

Dynamixel XL-320, (2016). Disponible en <http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/xl-series/xl-320.htm>.

Arduino, (2016) Disponible en <https://www.arduino.cc/>.

PC104, (2016) Disponible en <http://www.pc104.org/>.

Raspberry Pi, (2016). Disponible en <http://www.raspberrypi.org/>.

## Notas Biográficas

El **Ing. Rafael Alberto Torres Ovando** obtuvo el grado de ingeniero en Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Universidad Autónoma de Tamaulipas campus Tampico en la facultad de ingeniería "Arturo Narro Siller". Actualmente estudiando la Maestría en Ciencias de la Computación en la misma institución. Sus intereses de investigación incluyen los mecanismos electrónicos y computacionales robóticos humanoides y móviles para su aplicación tanto en simulación como en plataformas reales para su uso en competencias o servicios.

El **Dr. Julio Laria Menchaca** obtuvo el grado de Doctor en Tecnología Avanzada en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Sus intereses de investigación incluyen el diseño electrónico, el control inteligente y la automatización de procesos

El **Dr. Salvador Ibarra Martínez** obtuvo el grado de Doctor en Tecnologías de la Computación orientado a Robótica Cooperativa en la Universidad de Girona, España. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus intereses de investigación incluyen los sistemas de agentes inteligentes, mecanismos de

coordinación para robots autónomos móviles para su aplicación tanto en simulación como en plataformas reales, particularmente en el fútbol robótico y los sistemas inteligentes de transporte.

El **M.C. José A. Castán Rocha** recibió el grado de Maestro en Ciencias en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Actualmente es estudiante en el programa doctoral de Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Sus intereses de investigación están relacionados con los Sistemas Inteligentes de Transportes, Modelos para el Flujo de Vialidades y su implementación con los Agentes Inteligentes.

# Medición de la calidad en el servicio a través del modelo SERVQUAL de una institución de salud en la ciudad de Matehuala S.L.P.

Dra. Ma.Patricia Torres Rivera<sup>1</sup>, Beatriz Virginia Tristan Monrroy MA<sup>2</sup> L.A. Karen Monserrat Zarate Mata<sup>3</sup> y Marcos Francisco Martínez Aguilar ME<sup>4</sup>

## Resumen

**La presente investigación tiene como objetivo: Medir el grado de satisfacción de la calidad en el servicio proporcionado por el ISSSTE a sus derechohabientes en la ciudad de Matehuala, S.L.P. Para lograr dicho objetivo se utilizó el modelo SERVQUAL, donde destacan los principales resultados: existe relación entre la edad y el tiempo de respuesta que ofrece el personal, sin embargo no existe relación entre la escolaridad y el nivel de servicio. En general, los clientes perciben la calidad del ISSTE como regular en sus cinco dimensiones: elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y confianza y empatía. Todo lo revisado indica que dentro del análisis global, el grado de satisfacción de los derecho habientes es regular, dentro de la institución existen distintas áreas de oportunidad, las cuales pueden ser mejoradas por medio de capacitación. Por otro lado No existe relación entre la escolaridad y el nivel de servicio**

**Palabras Clave: SERVQUAL, Calidad, servicio**

## INTRODUCCION

En la actualidad las empresas e instituciones, que brindan servicio en cualquiera de los sectores económicos, saben que la calidad es determinante del éxito de sus organizaciones; la satisfacción del cliente, depende directamente de la calidad del servicio o producto que se les proporciona, es por ello que las empresas deben estar buscando constantemente mantener estándares de calidad altos, para garantizar su permanencia en el mercado, a través de la satisfacción garantizada de sus clientes, que en este caso sobre servicios de la salud, tiene como particularidad una mayor preocupación por demandar con mayor exigencia ser satisfechos con el servicio que se les brinda.

En atención a la percepción de los servicios de los servicios de salud, en los resultados obtenidos en la Encuesta Nacional de Salud 2012, indicaron que la percepción de la calidad estaba valorada con un 80% de satisfacción. Esto se debe a que las políticas de salud se han ido enfocando en estrategias que brindar una atención de calidad en este sector. Pero aún hace falta reforzar a través de estrategias organizativas, particularmente en programas de educación continua del personal de salud en atención primaria.

Esta es la razón por la cual debemos de considerar la satisfacción como una predicción de las intenciones futuras de la compra que volverán a realizar, para adquirir un servicio o producto. (Galen, Dean y Janet, 2005). Es importante determinar cuáles son los atributos que anteceden a este constructo. (García, Cepeda, Ruiz, 2012)

## MARCO TEORICO

La calidad tiene sus inicios en el sector empresarial, donde cabe señalar las contribuciones de distintos gurús de la calidad como, Kauro Ishikawa, Joseph M Juran y Edgard Deming; estos dos últimos introdujeron los principios de administración de la calidad en la industria japonesa.

Entre los modelos de evaluación más representativos en la investigación sobre calidad del servicio se encuentran el modelo de atención en salud, de Avedis Donabedian (1966); el modelo nórdico, de Grönroos (1984); el americano Service Quality (SERVQUAL) (1985-1988) y el reciente LIBQUAL (2003). (SANCHEZ 2016)

---

<sup>1</sup> La Dra. Ma. Patricia Torres Rivera es Profesora Investigadora de la Lic. en mercadotecnia en la Coordinación Académica Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí [patricia.torres@uaslp.mx](mailto:patricia.torres@uaslp.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Beatriz Virginia Tristan Monrroy M.A es profesora de asignatura de la Lic. En mercadotecnia de la UASLP [beatriztristan10@hotmail.com](mailto:beatriztristan10@hotmail.com)

<sup>3</sup> La L.A. Karen Monserrat Zarate Mata es profesora de asignatura de la Lic. En mercadotecnia de la UASLP [karen.zarate@uaslp.mx](mailto:karen.zarate@uaslp.mx)

<sup>4</sup> Marcos Francisco Martínez Aguilar ME es Profesor Investigador de la Lic. en mercadotecnia en la Coordinación Académica Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí [marcos.martinez@uaslp.mx](mailto:marcos.martinez@uaslp.mx)

El primer indicio médico para mejorar la calidad de la atención aparece en 1846 cuando se instituye la Asociación Médica Americana. Más tarde (1965), el Doctor Avedis Donabedian, una de las máximas autoridades en este campo, inicia sus trabajos de calidad y describió que los servicios de salud hay que estudiarlos en 3 niveles: estructura, proceso y resultado, relacionados, a su vez, con 3 dimensiones: técnica, interpersonal y confort. (Sociedad Chilena de enfermería 2012). Avedis Donabedian, la define como los logros de los mayores beneficios posibles de la atención médica con los menores riesgos para los pacientes. También se tiene muy en cuenta la definición de la Organización Mundial de la salud (OMS), que la define como un alto nivel de excelencia profesional, relacionada con el uso eficiente de los recursos, con el mínimo de riesgos para el paciente y un alto grado de satisfacción por parte de este (impacto final en la salud)

En Cuba, durante 1959 y después de este año, se realizaban actividades aisladas para controlar la calidad de los servicios sanitarios. En 1962 surgió un sistema para el control de la calidad que contempló las auditorías e inspecciones del Ministerio de Salud Pública (MINSAP), que dio paso al surgimiento del Comité de Evaluación de Actividades Científicas. En 1963 se diseñó el reglamento sobre el funcionamiento de los hospitales; luego se diseñaron estrategias, resoluciones, documentos normativos y programas dirigidos al control y mejoramiento de la calidad de los servicios médicos. (Villarral, 20008)

Finalmente sus diferentes enfoques coinciden en que el cliente es lo primero para la organización; prevenir es mejor que corregir; trabajar para reducir costos y desperdicios en general. Así, asumen el proceso de calidad con visión de futuro, en el que debe participar e involucrarse todo el personal con el vital compromiso y apoyo de la alta dirección, a través del trabajo en equipo. Ello requiere de programas de entrenamientos, mantener procesos o herramientas para su mejora sistemática y permanente, así como medir los resultados sobre la base de metas cumplidas. (Serra 2016)

El servicio se puede definir como un producto intangible a través del cual el suministrador le crea sensaciones, experiencias y recuerdos al cliente (paciente) y que debe estar orientado a satisfacer las necesidades y expectativas de este. La capacidad de satisfacer a nuestros pacientes trae como resultado la calidad en el servicio, considerada como el conjunto de prestaciones accesorias de naturaleza cuantitativa y cualitativa que acompañan a la prestación principal. Es una filosofía, un estado de ánimo y la forma de enfrentar todas las actividades de la salud en el quehacer cotidiano de los centros asistenciales; por tanto, constituye un conjunto de procesos y procedimientos enmarcados dentro de una estrategia. (SERRA 2016)

Las instituciones de salud, buscan brindar servicios equitativos, oportunos, efectivos y seguros en los que la calidad es un elemento fundamental para garantizarlos. El concepto de calidad de atención ha incluido el enfoque tanto individual como poblacional. Una sociología histórica del hospital en este sentido requiere de una descripción de las condiciones políticas y económicas, de la estructura social, del sistema de valores, de la organización cultural y de los cambios sociales en relación con las condiciones de salud y las necesidades de la población en diversos periodos históricos.

Estos están determinados por las perspectivas desde las cuales se formulan, siendo dos las encontradas en la literatura, a saber: la perspectiva Expectativas-Percepciones y la perspectiva Objetiva-Subjetiva (también llamada Interno-Externo) Torres y Vazques 2016

Esta postura defiende la superioridad de la evaluación de la calidad del servicio basada sólo en las percepciones del cliente, frente a los que emplean las diferencias entre percepciones y expectativas (Cronin y Taylor, 1992; Brady y Cronin, 2001; Martínez y Martínez, 2010). Esta postura considera que incluir las expectativas en la evaluación no es necesario, debido a que ésta se fundamenta sólo en la percepción del resultado del servicio. En este sentido se han desarrollado escalas como el SERVPERF (Cronin y Taylor, 1992) y el Modelo Jerárquico Multidimensional (Brady y Cronin, 2001). Esta perspectiva se representa en la ecuación (2). Torres y Vazques 2016

### **Metodología**

Se llevó a cabo un estudio cuantitativo con un alcance descriptivo y correlacional, para evaluar la percepción de la calidad del servicio por parte de los derechohabientes del ISSSTE de la ciudad de Matehuala. Para ello, se aplicó un cuestionario basado en el modelo SERVQUAL a una muestra de 372 derechohabientes, de un universo total de 3,000 derechohabientes, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

## Hipotesis

“H1: La percepción de la calidad del servicio que presta la institución del ISSSTE depende de la edad, grado académico.

H1 : Existe un nivel de relación entre la calidad en el servicio del hospital ISSSTE y el nivel de educación.

H0: No existe un nivel de relación entre la calidad en el servicio del hospital ISSSTE y el nivel de educación.

H1 : Existe una relación entre la calidad en el servicio del hospital ISSSTE y la edad del cliente.

H0: No existe una relación entre la calidad en el servicio del hospital ISSSTE y la edad del cliente.

H1: Existe una relación entre que el personal administrativo esté capacitado y que los documentos y tramites se realicen a tiempo.

H0: No existe una relación entre que el personal administrativo esté capacitado y que los documentos y trámites se realicen a tiempo.

## Resultados

### Perfil del usuario

El 56.5 % de las personas entrevistadas fueron mujeres, y el 43.5% son hombres, el 33% de la población tiene menos de 25 años, el 15.6%. tiene entre 25 y 35 años de edad, el 23.1% tiene entre 36 y 45 años de edad y el 27.9% son mayores de 45 años de edad. En lo que respecta a escolaridad el 57.5% no cuenta con licenciatura, el 30.9% cuenta con licenciatura y el 11.6% con un posgrado. Mostrándonos así que casi más del 40% de los derechohabientes cuenta con preparación académica.

### Capacidad de repuesta

El 28% opina que el personal adminsitrativo siempre está dispuesto a yudar al cliente

El 27.7% mencionan que el personal administrativo le ofrece al cliente los servicios en un tiempo razonablemente corto.

El 30.4% opina que el personal adminsitrativo nunca está demasiado ocupado.

### Correlación de nivel académico

La tabla 1, muestra que la escolaridad, tiene baja correlación con la percepción de la calidad del servicio. Se puede determinar que existe relación lineal entre, la escolaridad de los derechohabientes que conforman el hospital y la percepción de la calidad en el servicio del hospital. Es decir que para que el servicio sea mejor calificado, no se encuentra condicionado por la escolaridad de quien lo solicita.

Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula por lo que determinamos que no existe una dependencia del nivel de escolaridad y la calidad en el servicio.

		escolaridad	CALIDADSERVICIO
Rho de Spearman	escolaridad		
	Coeficiente de correlación	1.000	.006
	Sig. (bilateral)	.	.907
	N	372	370
CALIDADSERVICIO	Coeficiente de correlación	.006	1.000
	Sig. (bilateral)	.907	.
	N	370	370

Tabla 1. Correlación escolaridad

En la tabla 2. Se muestra la correlación de la edad con la calidad del servicio, para medir esta correlación se utilizó la herramienta estadística de rho de sperman la cual aplica para medir el grado de relación o dependencia de una variable numérica (calidad en el servicio) contra una variable ordinal (Edad por segmentos), en este caso la correlación es de .185 positiva, con un nivel de significancia de .000, lo que nos indica que existe evidencia

estadística para determinar que existe una dependencia directa muy baja y débil entre la calidad en el servicio y la edad, es decir en la medida que se posea una mayor edad, se califica más alto el servicio recibido.

Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula por lo que determinamos que existe una relación de la edad y la calidad en el servicio.

		CALIDADSERVICIO	edad
Rho de Spearman	Coefficiente de correlación	1.000	.185**
	Sig. (bilateral)	.	.000
	N	370	370
	Coefficiente de correlación	.185**	1.000
	Sig. (bilateral)	.000	.
	N	370	372

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). Tabla 2. Edad

En la tabla 3. Se puede determinar que existe relación lineal entre el personal cumple con los trámites y entrega de documentos a tiempo y que esté capacitado para responder de manera más adecuada a las preguntas de los clientes, es decir que entre más capacitado este el personal para resolver las dudas de los clientes, también entregara más eficientemente los documentos, así como brindara más rápido los servicios, como podemos observar en la correlación es alta, (está en el rango entre 0.6 y 0.8) y es directamente proporcional (tiene signo positivo) es decir si aumenta una, aumenta la otra. Por lo tanto, Se encontró una relación lineal estadísticamente significativa alta, entre el personal administrativo cumple con la entrega de documentos y tramites a tiempo y el personal administrativo está capacitado para responder de forma adecuada las preguntas de los clientes y realizar los trámites eficientemente. (rS = 0.653, p < 0.05).

Correlaciones

		El personal administrativo cumple con la entrega de documentos y tramites a tiempo	El personal administrativo esta capacitado para responder de forma adecuada las preguntas de los clienes
Rho de Spearman	El personal administrativo cumple con la entrega de documentos y tramites a tiempo	Coefficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	.000
		N	372
	El personal administrativo esta capacitado para responder de forma adecuada las preguntas de los clienes	Coefficiente de correlación	.653**
		Sig. (bilateral)	.000
		N	372

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 3. Personal administrativo que cumple con entrega de documentos

## Conclusiones

Finalmente se puede concluir con el análisis realizado sobre la calidad en el servicio dentro del hospital, que la institución brinda un servicio donde se observa la relación entre las siguientes variables. La capacidad de respuesta, depende en parte de la cantidad de recurso humano con que cuenta el hospital, para su atención. A través de la correlación nos damos cuenta que tiene una relación moderada pues también existen otros factores que inciden.

Es importante señalar que la capacitación del personal tiene relación con la competencia que el personal tiene para realizar trámites, con las más eficientes entregas de documentos. Si el personal administrativo está capacitado, cuando un cliente tiene un problema personal muestra interés en solucionarlo, existe una relación mayor.

Cabe señalar que es importante que la relación directa nos indica la posibilidad de que si la institución, refuerza con capacitación en otras áreas aparte de las de aspectos técnicos, podría incrementar la relación de estas dos variables. El personal administrativo siempre es amable con los clientes, por que comprende las necesidades de cada uno. Tiene una relación positiva. Pero también es un área de oportunidad a considerar debido a que la relación es moderada. Todo lo revisado nos indica que dentro de al análisis global, el grado de satisfacción de los derecho-habientes es regular, dentro de la institución existen distintas áreas de oportunidad. La cuales pueden ser mejoradas por medio de capacitación y posteriormente realizar otra investigación para observar el incremento de la relación entre las diversas variables que sea han analizado en esta ocasión.

Esta investigación permitirá posteriormente, poder hacer una comparación entre esta institución y otras instituciones, para identificar en qué áreas se requiere capacitación por parte del sector salud, dentro de la localidad. De tal forma que con un seguimiento se vayan generando contribuciones de mejora, dentro de las instituciones y fuera de estas, que permitan a los derecho-habientes ser beneficiados.

## Referencias Bibliográficas

1. Aburto Jiménez, Manuel (1998). Administración por calidad, México: CECSA.
2. Antón, José Miguel Rodríguez. (2008). Estudio de las políticas de calidad aplicadas al sector turismo. Un análisis de las mejores prácticas en España y México. Madrid: Vision libros.
3. Arcos, Francisco Javier Melgosa. (2007). Código Turismo. Las Rozas, Madrid: La ley.
4. Gutiérrez Pulido, Humberto (1997). Calidad total y productividad, México: McGraw Hill.
5. Lambin, Jacques. (1995). *Marketing Estratégico*, Tercera Edición, Mc Graw Hill, Madrid. 1
6. Parasuraman, A., Zeithaml, Valerie & Berry, Leonard. (1985) A conceptual model of service quality and its implications for future research, *Journal of marketing*, 49(3), 40-50.
7. Sangüeza, M., Mateo, R. e Ilzarbe, L. (2006). Teoría y Práctica de la Calidad. Madrid, España: Editorial Thompson.
8. Seoane, Miguel Angel Campos. (2011). La visión de gestión hotelera. España: Bubok Publishing S.L, 2011.
9. Soto, Lourdes. (2008). Gestión de hoteles. España: Vértice, págs. 15-19.
10. Stanton, W., Etzel, M. y Walker, B. (2004). Fundamentos de Marketing. 13va. Ed. México: Editorial McGraw Hill. 21
11. Villarreal Cantillo E. Seguridad de los pacientes. Un compromiso de todos. Salud Uninorte Barranquilla (Col). 2008; 23(1): 112-9
12. Jerónimo García Fernández, G. C. (2012). La satisfacción de clientes y su relación con la percepción de calidad. *Revista de Psicología del Deporte Vol. 21, num. 2, pp. , 309-319.*
13. Maritza Torres Samuel, C. L. (2015). MODELOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO:. *ENSAYO*, 57-76.

## Referencias Electrónicas

1. Mejias, A, Reyes, O. y Maneiro, M. (2006). Calidad de los servicios en la educación superior mexicana: aplicación del SERVQUALING en Baja California, *Investigación y Ciencia*, Aguascalientes, México. 14(34), 36-41. Recuperado 05 de diciembre de 2013, de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/674/67403407.pdf>
2. Sociedad Chilena de Enfermería. Responsabilidad de la enfermera consigo misma [citado 23 Ago 2012]. Disponible en: <http://www.bioeticachile.cl/felaibe/documentos/colombia/Cdigo%20Colombiano%20Enfermeria%203.pdf>

# RESPUESTA FISIOLÓGICA EN LA SEMILLA DE TOMATE DE CÁSCARA (*PHYSALIS IXOCARPA* L.) INOCULADA CON CEPAS DE *AZOSPIRILLUM* SP.

María Alejandra Torres Tapia MC<sup>1</sup>, Dra. Francisca Ramírez Godina<sup>2</sup>, Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal<sup>3</sup>, Dr. Víctor Manuel Zamora Villa<sup>4</sup> y MC. Leticia Escobedo Bocado<sup>5</sup>

**Resumen-** La agricultura orgánica utiliza al máximo los recursos naturales, en el desarrollo y aplicación de productos a base de microorganismos llamados biofertilizantes; ejemplo de ello, es la aplicación de bacterias *Azospirillum spp.* extraídas de Tomate, Chile, Nopal y Trigo en concentraciones de  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^6$  y  $1 \times 10^8$  UFC/ml, y se pretendió evaluar la respuesta fisiológica de semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* L.), en dos condiciones, inoculando con bacterias en forma constante (C1) e embebiendo con bacteria por tres horas (C2); resultando que en la condición C, inoculando bacterias de *Azospirillum sp.* originaria de Trigo, obtuvo un efecto fisiológico positivo y mayor en la capacidad de germinación y vigor de la semilla y aún más si la concentración es de  $1 \times 10^4$  UFC/ml, dando mayor valor en variables como: PN, LMH, LMR y IVE, y reduciendo porcentajes en PA y SSG, superando en todo al testigo.

**Palabras Clave.-** semillas, biofertilizantes, *Azospirillum sp.*, respuesta fisiológica

## INTRODUCCIÓN

En el sistema de producción dentro de la agricultura orgánica trata de utilizar al máximo los recursos naturales, minimizando el uso de los recursos no renovables, protegiendo el medio ambiente y la salud humana. Este sistema de producción orgánica y sus productos están teniendo mayor importancia a nivel mundial, que en la actualidad existen alrededor de 31 millones de hectáreas orgánicas en 120 países, cuya producción se orienta hacia la exportación. En México para el 2010 se tenía cubierto casi 400,000 has, estimando una alta expansión; calculando una tasa media de crecimiento del 20% anual en promedio en los últimos 10 años, es de mencionar que entre el 85 y 90% de la producción orgánica nacional es de exportación. Los ingresos en divisas por las exportaciones de productos orgánicos son de alrededor de 400 millones de dólares promedio anual. En México se estima que existen más de 130 mil productores en el modo de producción orgánica estando en el 18° lugar mundial, donde los principales productos orgánicos por superficie orgánica cultivada son café (48%); aguacate (15%), hortalizas (9%), hierbas aromáticas y alimenticias (8%). Los principales Estados productores orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua, Querétaro y Guerrero que concentran el 77% del volumen total orgánica nacional.

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica, es el no utilizar fertilizantes químicos y plaguicidas sintéticos, que además de ayudar en protección del medio ambiente y la salud humana, evitando la contaminación, tanto del suelo como en ríos y mares, siendo unos; que en la actualidad, una de las alternativas biotecnológicas para la producción de estos alimentos, es el uso de biofertilizantes, quienes han ganado gran popularidad en México, incrementando su desarrollo y aplicación en diferentes cultivos.

Pueden emplearse bacterias u hongos microscópicos, llamados micorrízicos, que se asocian en forma natural con las raíces de las plantas, beneficiando su crecimiento y el rendimiento de los cultivos como es la bacteria *Azospirillum sp.*, en diferentes suelos y regiones climáticas, usando diferentes cepas y especies de plantas y que aunque complejo, este sistema tiene un potencial para la explotación agrícola (Parra *et. al.*, 2002), lo cual se relaciona con su capacidad de producir y metabolizar compuestos reguladores del crecimiento vegetal o fitohormonas (Okon and Labandera, 1994) tales como ácido indol acético; citocininas (Tien *et.al.*, 1979); giberelinas (Bottini *et.al.*, 1989) y etileno (Strzelczyk *et.al.*, 1994), además de otras moléculas como el ácido abscísico (ABA) (Perrig *et.al.*, 2007) y la diamina cadaverina (CAD) (Cassán *et.al.*, 2003); así mismo pueden estar

<sup>1</sup> MC. María Alejandra Torres Tapia es Profesora Investigadora del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. [atorres\\_tapia@hotmail.com](mailto:atorres_tapia@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Francisca Ramírez Godina es Profesora Investigadora del Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. [godramf@gmail.com](mailto:godramf@gmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal. es Profesora Investigadora del Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. [bocado\\_lety@hotmail.com](mailto:bocado_lety@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Víctor Manuel Zamora Villa es Profesor Invtisgador del Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. [zamora2602@yahoo.com.mx](mailto:zamora2602@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup> MC. Leticia Escobedo Bocado es Profesora Investigadora del Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. [bocado\\_lety@hotmail.com](mailto:bocado_lety@hotmail.com)

asociadas al metabolismo del nitrógeno, a través de la fijación biológica en condiciones de vida libre o por el incremento de la actividad nitrato reductasa en condiciones endofíticas. Por lo anterior se planteó el objetivo de evaluar la respuesta fisiológica en semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* L.) inoculada en dos condiciones, con cepas de diferente origen y concentraciones de bacterias del género *Azospirillum* spp.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el laboratorio de producción de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas perteneciente al Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; el material genético utilizado fueron frutos maduros de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* L.) criollo, de los cuales se extrajo la semilla, la cual fue limpiada y acondicionada por peso mediante el uso de un aparato soplador "South Dakota", con una abertura de 2 cm.

### Tratamientos

Se evaluaron cuatro cepas de *Azospirillum* sp. provenientes de raíces de tres cultivos hortícolas Chile, Nopal, Tomate colectadas en el Municipio de General Cepeda, Coahuila; así como una proveniente de raíz de Trigo del Municipio de Navidad N.L.

Las cepas fueron aisladas en cloruro de sodio al 0.09% y después en medio NFB sólido a 30°C como medio selectivo, para el reconocimiento de bacterias del género *Azospirillum* sp., se utilizó la confirmación de pruebas bioquímicas como positivo a la catalasa, movilidad y tinción de Gram. De la reproducción se generó una concentración de  $1 \times 10^{10}$  UFC/ml; siendo punto de partida para obtener concentraciones las requeridas en el experimento:  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^4$  UFC/ml. Teniendo cuatro tratamientos de tres concentraciones y un testigo.

### Metodología

La metodología para tratar la semilla con las diferentes concentraciones y cepas bacterianas, se realizó en:

Condición 1. Se aplicaron 2 mL de cada tratamiento (cepa bacteriana) y concentración en un papel filtro Whatman No. 1 dentro de una caja Petri, sembrando 50 semillas de cada tratamiento por concentración en cuatro repeticiones y un testigo con agua destilada.

Condición 2. Se embebieron 200 semillas en 10 mL de cada cepa bacteriana y concentración, por un tiempo de tres horas y posteriormente, se sacaron y sembraron 50 semillas inoculadas sobre papel filtro Whatman No. 1 humedecido con agua destilada dentro de una caja Petri; teniendo por cada tratamiento y concentración cuatro repeticiones y un testigo con agua destilada.

Para determinar el efecto fisiológico de la semilla inoculada se consideraron las siguientes variables basadas en la ISTA (2010) y AOSA (1992).

**Capacidad de germinación.** Todos los tratamientos, concentraciones y repeticiones en cajas Petri, fueron llevados a una cámara germinadora Marca Biotronette Mark III LAB LINE, a una temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  con 8 horas luz y 16 horas oscuridad, haciendo riegos con agua destilada según lo necesitó. A los ocho días después de la siembra se evaluó el porcentaje de las Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA) y Semillas sin Germinar (SSG).

### Vigor

**Longitud Media de Hipocotilo y Radícula (LMH y LMR).** Así mismo, considerando las plántulas normales resultantes de la prueba de capacidad de germinación, se evaluaron 10 plántulas normales al azar por cada repetición de cada concentración y tratamiento, midiendo con una regla la longitud de hipocotilo y radícula, expresando el resultado en centímetros.

**Tasa de crecimiento de plántulas (Peso Seco de Plántulas, PS).** Para la evaluación, una vez evaluadas LMR y LMR, las plántulas normales se colocaron en una bolsa de papel destraza y se colocaron en una estufa Marca Shel Lab a  $65^\circ\text{C}$  durante 24 horas, después se enfriaron en un desecador durante 15 minutos y posteriormente se pesaron en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión, se registró la tasa en miligramos por plántula.

**Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)** Se realizó dentro de la metodología de la prueba de capacidad de germinación, evaluando todos los días y considerando las plántulas emergidas por día hasta completar los días totales de la prueba de capacidad de germinación, determinando el número de plántulas emergidas por día.

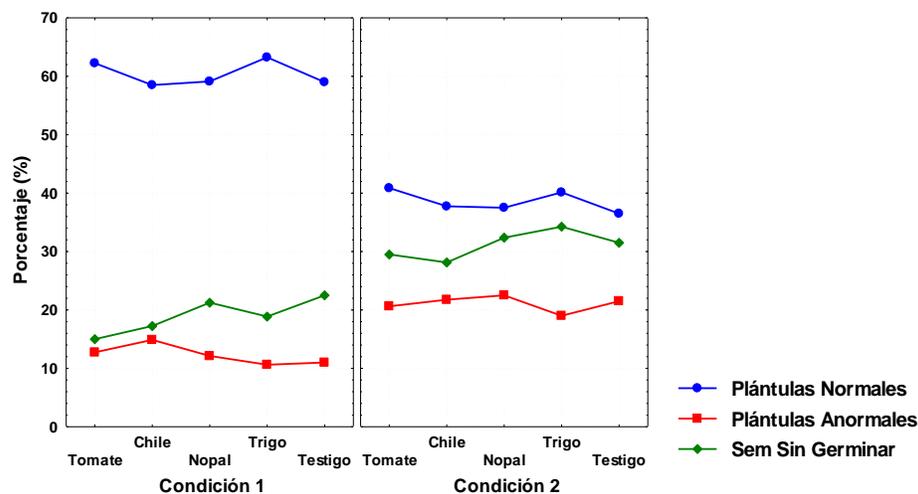
Los ensayos se analizaron bajo el diseño experimental factorial en completamente al azar con anidamiento mediante el uso del paquete computacional Statistical Analysis System (SAS, 2009), considerando como factor A las formas de inoculación (Condiciones) estudiadas, como factor B los tratamientos (Cepas de bacterianas) y el C concentraciones de la bacteria; haciendo pruebas de comparación de medias por DMS ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados de varianza de la prueba de germinación, en la variable de PN se encontró una diferencia altamente significativa en la forma de aplicación de las diferentes cepas bacterianas (condiciones); que al realizar una prueba de comparación entre las condiciones, destaca C1 dando una mejor respuesta en el porcentaje de esta variable hasta un 61.4 % en promedio, a diferencia del testigo que presentó 59 % de PN; mientras que la inoculación temporal

(C2) obtuvo una menor respuesta con un 40% pero siempre mayor que el testigo que obtuvo 36.5%; coincidiendo estos resultados con Doebelaere y Okon (2003), en su respuesta fisiológica al aplicar la bacteria en los cultivos trigo y maíz como tratamiento en la semilla promoviendo un mayor número de plántulas normales; sin embargo la forma de inoculación de la bacteria marca una diferencia del 21.37% más germinación en C1, posiblemente el constante contacto de la semilla con las bacterias de *Azospirillum sp.* favorece y produce un mayor desarrollo del sistema radical, traducido en una mayor superficie de absorción de agua y nutrientes así como un mayor desarrollo de las partes aéreas de la planta como lo menciona Terry *et al.*, (2005), teniendo potencial para emplearse en la producción de plántulas de interés hortícola como lo afirma Díaz *et al.* (2001). Mientras que en las restantes fuentes de variación, tratamientos, concentraciones e interacciones entre ellas no existió diferencia en los resultados, teniendo un coeficiente de variación de 18.8%.

Al considerar la diferencia significativa de las condiciones estudiadas y su prueba de comparación de medias, fue necesario valorar la respuesta de los tratamientos en ellas, encontrando que la C1 genera una mayor respuesta fisiológica en la aplicación de los tratamientos la cepa de origen de Tomate y Trigo generan mayor efecto en la semilla de tomate de cáscara promoviendo mayor número de plántulas normales; sin embargo la forma de inoculación de la bacteria marcó una diferencia del 21.37%, entre ambas condiciones, teniendo mayor germinación en la primera condición que en la segunda; como se puede observar en la Figura 1.



**Figura 1. Comportamiento de las formas de inoculación (condiciones) con cada tratamiento en la capacidad de germinación.**

Con respecto a la variable de PA, se obtuvo una diferencia altamente significativa en las formas de inoculación de bacteria (condiciones); mientras que en las restantes fuentes de variación, tratamientos, concentraciones e interacciones, no hubo diferencia significativas en los resultados, teniendo un coeficiente de variación de 43.23%; realizando una prueba de comparación en la variable, se encontró que entre condiciones, C1 presentó menor cantidad de PA (13.1%), mientras en C2 obtuvo mayor porcentaje de anomalías (20.8%); lo que permite percibir que la forma de inoculación de la bacteria *Azospirillum* en las semillas puede determinar el incremento de la germinación, en una condición de desarrollo de plántulas anormales, como se muestra en la Figura 1; es de mencionar que el efecto de la bacteria es positivo, pero en el caso de la semilla de tomate de cáscara causa un efecto distinto en la forma de aplicación de la bacteria, confirmando lo que algunos autores mencionan que la aplicación de *Azospirillum* en cultivo, aumenta la germinación, genera mayor desarrollo de materia verde y mayor producción de materia seca (Bellone, 1997; Kloepper *et al.*, 1991; Bashan y Vázquez, 2000; García *et al.*, 2005; Díaz y Ortigón, 2006), pero sin mencionar que tipo de plántula da origen posiblemente normal o anormal.

En la variable SSG, se encontró diferencia altamente significativa en la forma de inoculación de las bacterias (condiciones) y entre tratamientos (cepas de bacterias) diferencia significativa, destacando aritméticamente las cepas de bacterias de origen de Tomate y Chile quienes provocaron menor porcentaje de SSG (14%) como se describe en la Figura 1, que comparado con el 19.25% dado por las cepas de origen de Nopal y Chile, resultaron todos ellos mejores que el testigo quien presentó 27% de SSG, lo que se puede decir, que la aplicación de bacterias como *Azospirillum*, también puede tener un efecto en la activación enzimática de las semillas por efecto de la aportación de hormonas dado por la disminución de SSG, aunado al efecto directo de la elongación de tejido, en la

aceleración de la emergencia y rendimiento como lo mencionan otros autores (Bashan y Vázquez, 2000; Rueda *et al.*, 2010; Canto *et al.*, 2004). Con respecto al resto de las fuentes de variación, no existió significancia marcando un coeficiente variación de 28.52 %; sin embargo, en la comparación de medias nuevamente C1, sobresalió por presentar menor porcentaje de semillas sin germinar.

Con respecto a las concentraciones de *Azospirillum sp.* aplicada a la semilla, se logra observar que en el caso de la cepa de origen de Tomate produce a concentraciones a partir de  $1 \times 10^6$  UFC/ml mejores respuesta en el porcentaje de PN, en comparación al testigo y resto de los tratamientos; sin embargo la respuesta mayor de germinación en PN fue dada por la cepa de origen de Trigo a una concentración de  $1 \times 10^4$  UFC/ml, tal efecto confirma la habilidad de colonizar y aportar la cantidad de hormonas para una aceleración de la emergencia como lo mencionan Baldani *et al.*, 1997; Bashan y Vázquez, 2000; Rueda *et al.*, 2010; Canto *et al.*, 2004; Doebbelaere y Okon, 2003.), siendo más evidente en la cepa de origen de Trigo, que aún en baja cantidad de UFC de bacteria, está tiene la habilidad de generar suficiente cantidad hormona para promover la germinación en la semilla, que al aumentar la concentración puede provocar un efecto antagónico en el proceso, por la cantidad de hormonas ya que a concentraciones elevadas de hormonas genera inactivación de enzimas y se bloque la elongación de tejido.

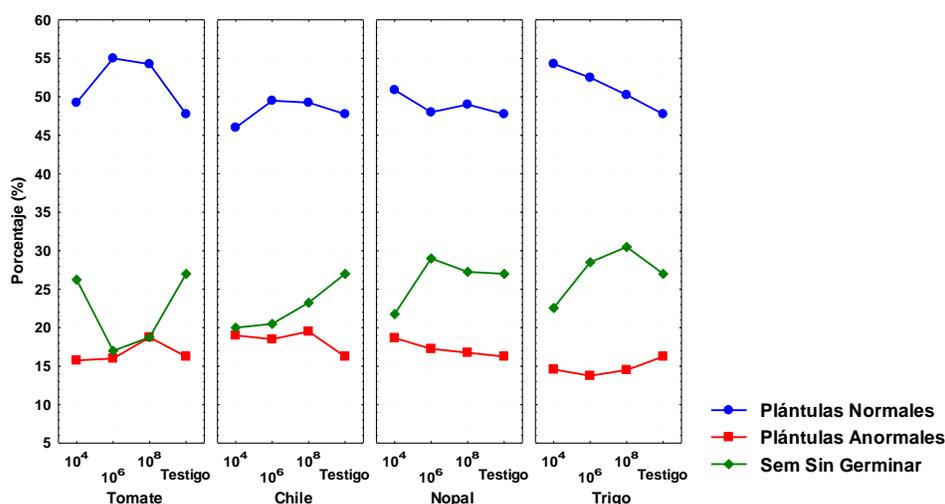


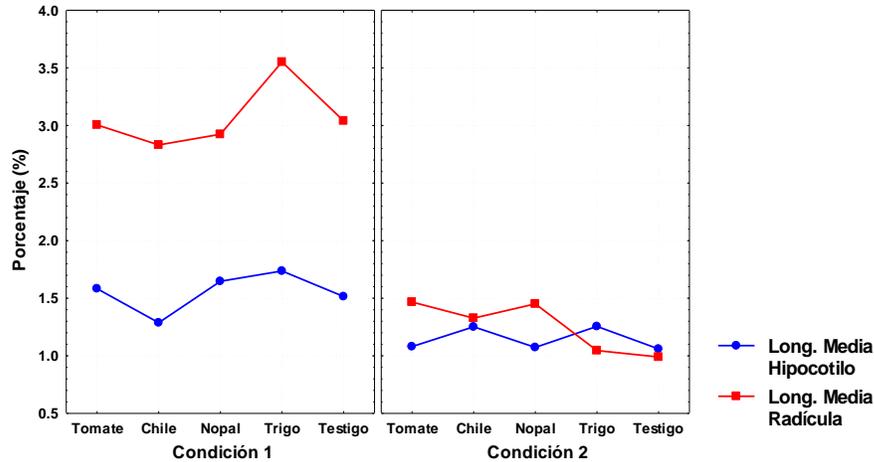
Figura 2. Comportamiento de la inoculación de las diferentes cepas de *Azospirillum sp.* y concentraciones en semilla de tomate de cascara en la capacidad de germinación.

En la variable de LMH, se encontró una diferencia altamente significativa en las condiciones de inoculación, con un coeficiente de variación de 24.3%; y al realizar la comparación de medias, nuevamente C1 obtuvo un mayor valor con 1.58 cm a diferencia de C2 que tuvo 1.20 cm en promedio, se confirma que la inoculación de bacteria con mayor tiempo en contacto con la semilla, puede producir una mejor respuesta, como lo mencionan Bashan y Vázquez, (2000), además de causar una mayor elongación de tejido como de la superficie total de raíz por la producción de fitohormonas (Okon and Labandera 1994), pero al aumentar la concentración de la inoculación de  $1 \times 10^6$  y  $1 \times 10^8$  de UFC/ml, puede causa la inhibición del desarrollo de tejido y raíz o la falta de alguna de ellos. Sin embargo en los resultados del análisis de este trabajo no se encontró diferencias en las concentraciones de las bacterias estudiadas, con lo que podemos mencionar que aparentemente, el incremento del tamaño del sistema radical (raíz), se debe al menos parcialmente, al aumento de la división celular de las bacterias en contacto y al intenso crecimiento de la zona de elongación de las raíces del propio cultivo.

Con respecto a la interacción condiciones por tratamientos en esta variable se obtuvo diferencia significativa, donde la cepa de origen de Trigo, provocó mayor longitud (1.57 cm), seguida de la cepa de Nopal (1.38 cm), ambas localizadas en el primer grupo estadístico en la prueba de comparación de medias, mientras que la cepa de origen de Tomate resultó con la menor longitud (1.35 cm) como se muestra en la Figura 3.

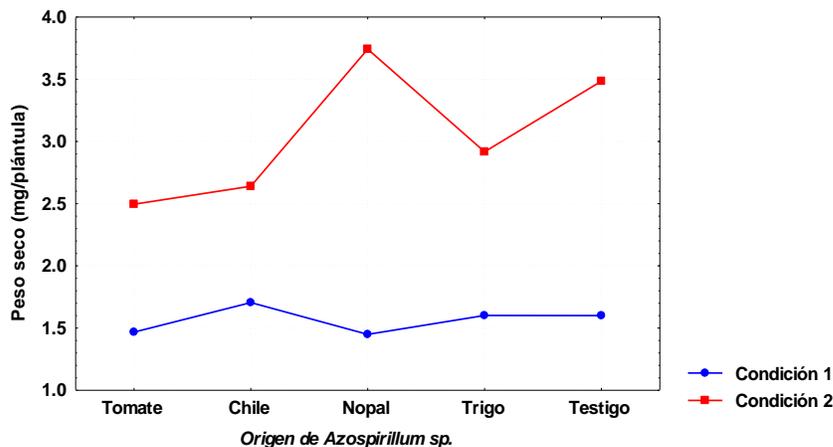
En la variable de LMR, se encontró diferencia altamente significativa en las condiciones de inoculación, sobresaliendo C1 con 3.1 cm de longitud promedio, marcando una gran diferencia con C2 por presentar 1.43 cm de promedio, reafirmando la acción potencial que tiene la bacteria *Azospirillum sp.* en relación al testigo, como se muestra en la Figura 3, sin embargo este efecto no es general, ya que se logró observar que el origen de la cepa marca una diferencia, que por un lado puede causar un efecto favorable y por otro el que puede provocar un efecto negativo por la cantidad y tipo de hormona que produce la cepa en ambas condiciones de inoculación que se

aplicaron, como es en C1, donde la cepa de origen de Trigo presentó valores superiores al resto de las cepas con 4.66 cm; coincidiendo con Schmidt *et. al.*, (1988), quien menciona que al inocular con *Azospirillum brasilense* en semillas de alfalfa, aumento significativamente la elongación de raíz, proliferación de raíces laterales y adventicias, permitiendo la capacidad de anclarse al suelo, obtener agua y nutrientes del ambiente en un estadio crítico del desarrollo vegetal, por ello no cabe duda que las cepas de bacterias estudiadas logaron confirmar dicha afirmación.



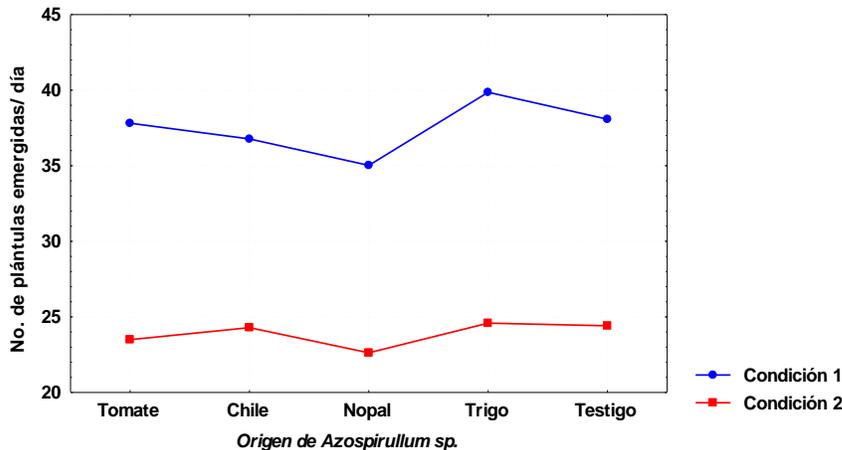
**Figura 3. Respuesta de longitud media de hipocotilo y radícula de semilla de tomate de cáscara tratada con diferentes cepas de *Azospirillum sp.* en dos condiciones de aplicación.**

En lo que respecta a la respuesta de PS de la semilla estudiada, se encontró una diferencia altamente significativa en las formas de inoculación de las bacterias, mientras que el resto de las fuentes de variación no se encontró diferencia; destacando entre las condiciones C2, al producir mayor peso promedio de 2.77 mg/plántula, mientras que en C1 con tan solo 1.54 mg/plántula, esta respuesta permite identificar que la forma de inocular la bacteria, probablemente provoca tanto cambios en el metabolismo de la bacteria produciendo diferente cantidad y tipo de hormona, como también la respuesta ante esa condición por el origen de la bacteria; esto último al poder observar que en C1 la cepa que produjo mayor efecto fue la de origen de Chile seguido de la cepa de Trigo como se muestra en la Figura 4, mientras que en C2, la cepa de origen de Nopal logró producir mayor cantidad de materia seca con 3.9 mg/plántula, seguido el testigo con 3.5 mg/plántula, dando la evidencia de que posiblemente el tipo y cantidad de hormona producida fue de la clasificación de las citocininas en el caso de Nopal, mientras que en el resto fue otra hormona como las auxinas, por el elongar el tejido de raíz como se reflejo en la variable LMR (Jordán y Casaretto, 2006).



**Figura 4. Respuesta de la tasa de crecimiento de plántula en semilla de tomate de cáscara tratada con diferentes cepas de *Azospirillum sp.* en dos condiciones de aplicación.**

En la evaluación diaria identificando IVE, en el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa en las condiciones de inoculación y significativa entre tratamientos; marcando entre las condiciones que C1 presentó un mayor índice con 37.1 plántulas/día a diferencia de C2 que se tuvo un menor valor de 23.5 plántulas/día, el tener contacto constante de la bacteria en la semilla provocando una mejor respuesta en la activación enzimática en la semilla dando lugar a la emergencia de la plántula, sobre todo por la producción efectiva de hormonas; más aún entre los tratamientos, donde vuelve a ser notorio que la cepa de *Azospirillum sp.* de origen de Trigo como se muestra la Figura 1, al ser aplicada provoca una mejora en el IVE en la semilla dando hasta 40 plántulas emergidas por día, mientras que al aplicar una cepa de origen de Nopal en comparación del testigo con agua provoca en ambas condiciones un efecto negativo en la emergencia de plántula con 28.016 plántulas/día y en testigo fue de 24.4 plántulas/día, teniendo la sospecha que el tipo y la cantidad de hormona que produce esta cepa no es tal vez la indicada para la promoción de germinación en la semilla estudiada.



**Figura 5. Respuesta del índice de velocidad de emergencia en semilla de tomate de cáscara tratada con diferentes cepas de *Azospirillum sp.* en dos condiciones de aplicación.**

## CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados y analizados se concluye que, la respuesta fisiológica de la semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* L.), al ser inoculada con *Azospirillum sp.* en las condiciones estudiadas deriva diferente respuesta, sobresaliendo al ser inoculada en una condición de contacto constante con la bacteria (C1), por producir una positiva y mejor respuesta fisiológica.

Así mismo, se concluyó que varía la respuesta en la capacidad de germinación y vigor de la semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* L.) al ser inoculada con cepas de *Azospirillum sp.*, de diferente origen; donde la cepa de origen de Trigo, provoca un positivo y mayor porcentaje de PN, de LMH e IVE, así como menor porcentaje de PA y SSG. Más aún, si esta bacteria del mismo origen, es inoculada a una concentración de  $1 \times 10^4$  UFC, generando un mayor porcentaje de germinación (PN) y un mayor vigor dado por mayor longitud de hipocotilo y radícula.

## LITERATURA CITADA

- Association of Oficial Seed Analysts (AOSA). "Seed vigor testing handbook". Contribution No. 32 The Handbook of Oficial Seed. United Status of America. 88p, 1992.
- Baldani, J. I., L. Caruso, V. L.D. Baldani, S.R. Goi, J. Döbereiner. "Recent advances in BNF with non-legume plants". Soil-biol-biochem., vol. 29, no. (5/6), p. 911-922, 1997.
- Bashan, Y., P. Vázquez. "Effect of calcium carbonate, sand, and organic matter levels on mortality of five species of *Azospirillum* in natural and artificial bulk soils". Biol. Fertil. Soil. 30: 450-459, 2000.
- Bellone, C. H. "Recuperación de la germinación de semillas de soja por inoculación con *Azospirillum*". Iº Biología del suelo. Fijación Biológica del Nitrógeno. Tucumán. Argentina, p.123-125, 1997.
- Bottini R., M. Fulchieri, D. Pearce, R. Pharis. "Identification of gibberellins A1, A3, and Iso-A3 in cultures of *Azospirillum Lipoferum*". Plant Physiol. 90: 45-47, 1989.
- Canto M. J., A Medina y Flores. "Efecto de la inoculación con *Azospirillum sp.* en plantas de Chile Habanero (*Capsicum chinense* jacquín)". Tropical and Subtropical Agroecosystems. México. Vol 4. p.7, 2004.
- Cassán F., P. Piccoli, and R. Bottini. "Plant growth promotion by *Azospirillum sp.* through gibberellin production. An alternative model to increase crop yield?" Microbiología Agrícola: Un aporte de la Investigación Argentina para la Sociedad. Editorial de la Universidad Nacional de Santiago de Estero. ISBN: 987-99083-5-1. pp: 143-158, 2003.
- Díaz F. A., y Ortegón M. A. "Efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* y fertilización química en el crecimiento y rendimiento de canola (*Brassica napus*)". Revista Fitotecnica Mexicana 29:63-67, 2006.

- Díaz V. P., C. R. Ferrera, S. J. Almaraz, R.G.G. Alcanta. "Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga". Terra 19:327-335, 2001.
- Dobbelaere, S., J. Vanderleyden y Y. Okon. "Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere". Crit. Rev. Plant Sci., 22: 107-149, 2003
- García de S. I. E. y Nelson L. "Efectos benéficos directos sobre el crecimiento vegetal de rizobacterias (PGPR) productoras de citoquininas". III Reunión Nacional Científico Técnica de biología del Suelo- Fijación biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales. 2001.
- International Seed Testing Association (ISTA). "International rules for seed testing". Seed Sci. and Techno. 2010
- Jordán M. y J. Casaretto. "Fisiología Vegetal" (F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.) Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, 2006.
- Kloepper, J.W., R. M. Zablutowicz, B. Tipping and R. Lifshitz. "Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. In: *The Rhizosphere and Plant Growth*". D.L. Keister and P.B. Cregan (eds.). Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. pp. 315-326, 1991.
- Okon Y. and C. G. Labandera. "Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation". Soil. Biol. Biochem. 26:1591-1601, 1994.
- Parra Y., F. Cuevas. "Potencialidades de *Azospirillum* como inoculante para la agricultura". Cultivos tropicales 23.3 (2002):31. Academic Onefile. Consultada por internet 10 de agosto del 2016. Dirección de internet: [www.redalyc.org/pdf/1932/193218120004.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120004.pdf)
- Perrig, D., L. Boiero, O. Masciarelli, C. Penna, F. Cassán and V. Luna. "Plant growth promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and their implications for inoculant formulation". Applied Microbiology and Biotechnology; 75: 1143-1150, 2007.
- Rodríguez Cáceres, E. A. "Improved medium for isolation of *Azospirillum* spp." Applied and Environmental Microbiology, 44:p. 990-991, 1982.
- Rueda P. E.O., C. J.R. Ortega, H.A.A. Tarazón, D.E. Troyo, A.B. Murillo, H. J.L. García, M.F.A. Beltrán, E.F.H. Ruiz. "Estimulación del crecimiento en *Capsicum annum* L. inoculadas con *Azospirillum halopraeferen*". Agricultura Orgánica Tercera Parte. Primera edición ISBN: 978-607-00-3411-4. p. 244-272, 2010.
- SAS Institute Inc. "Base SAS® 9.1.3" Procedures Guide. Second Edition, Vol. 4. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 398 p, 2009.
- Schmidt, W., Martin, P., Omay, H. and Bangerth. "Influence of *Azospirillum brasilense* on nodulation of legumes". In: Klingmuller, W. (editor). *Azospirillum* IV. Genetics, physiology, ecology. pp. 92-100. Springer-Verlag, Heidelberg. 1988.
- Strzelczyk E., M. Kamper and C. Li. "Cytocinin-like-substances and ethylene production by *Azospirillum* in media with different carbon source"s. Microbiol. Res. 149:55-60, 1994.
- Tien T.M., M.H. Gaskins, D.H. Hubbell. "Plant Growth Substances Produced by *Azospirillum brasilense* and Their Effect on the Growth of Pearl Millet (*Pennisetum americanum* L.)". Appl Environ Microbiol. May; 37(5):1016-24, 1979.

# EL DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS MEXICANAS

M.C.E. Juan Pablo Torres Valdespino<sup>1</sup>, Brenda Elizabeth Carbajal Hernández<sup>2</sup>,

*Resumen*—Actualmente las pymes mexicanas se enfrentan con barreras que limitan su crecimiento como lo puede ser el mercado, inversionistas, problemas con proveedores, clima interno, la comunidad, una estructura incorrecta, falta de objetivos y liderazgo, entre otros. Existen enormes oportunidades para un crecimiento económico sin retrocesos y continuo que puedan permitir a México llegar a su máxima capacidad como entidad económica, sin embargo es necesario robustecer los mecanismos y herramientas que permitan a las PyMEs mantenerse competitivas y vigentes en sus mercados, y es ahí donde radica la importancia de fortalecer el diagnóstico que se hace en la organización evaluando la situación en que se encuentra, sus potencialidades, vías alternas y problemas de desarrollo. El objetivo principal del siguiente artículo es identificar un modelo que impulse la creación de un diagnóstico acertado que ayude en el fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas en México.

*Palabras clave*— PyMEs, diagnóstico organizacional, modelos de diagnóstico, crecimiento empresarial, áreas de oportunidad.

## Introducción

En el marco dinámico y desafiante en que las pequeñas y medianas empresas se gestan y se desarrollan, resulta indispensable contar con herramientas y técnicas que permitan explicar el funcionamiento de estas organizaciones y a su vez asegurar el correcto desempeño que garantice su supervivencia a través de los distintos desafíos de su entorno.

Esta descripción formal, metódica y objetiva permite a las empresas dar sentido a su situación actual en sus distintos ámbitos y en sus relaciones con el entorno, de esta manera se cuentan con elementos para propiciar un cambio planeado para la mejora que proporcione una ruta a seguir para el corto, mediano y largo plazo.

De acuerdo a Rodríguez (1999) podemos encontrar distintas razones para realizar un diagnóstico organizacional entre las cuales encontramos las siguientes:

- El proceso natural de crecimiento y desarrollo de las organizaciones que plantean escenarios distintos a los de su origen y que hacen difícil continuar con los mismos esquemas organizativos anteriores.
- El proceso de deterioro y desgaste de la organización ocasionado a menudo por el envejecimiento y obsolescencia de sus recursos tales como su capital intelectual, su equipamiento, infraestructura y tecnología.
- La necesidad de trabajar en la mejora continua de su calidad y productividad.
- La complejidad del entorno en que tiene lugar las operaciones de la organización, el incremento de variables y su influencia en los resultados esperados.
- La necesidad de definir y comprender su propia cultura organizacional conformando un gobierno corporativo congruente con su filosofía y metas.
- Diseñar un ambiente laboral propicio para la creatividad, productividad y calidad en el servicio, de manera que se asegure su competitividad en el mercado.
- La evolución en su estructura y participación accionaria o directiva.

El diagnóstico debe ser capaz de dar explicación a una organización al menos desde dos dimensiones para su evaluación:

<sup>1</sup> M.C.E. Juan Pablo Torres Valdespino docente y Jefe de departamento de ciencias Económico-Administrativas en el Instituto Tecnológico de Querétaro, México [jptorres@mail.itq.edu.mx](mailto:jptorres@mail.itq.edu.mx)

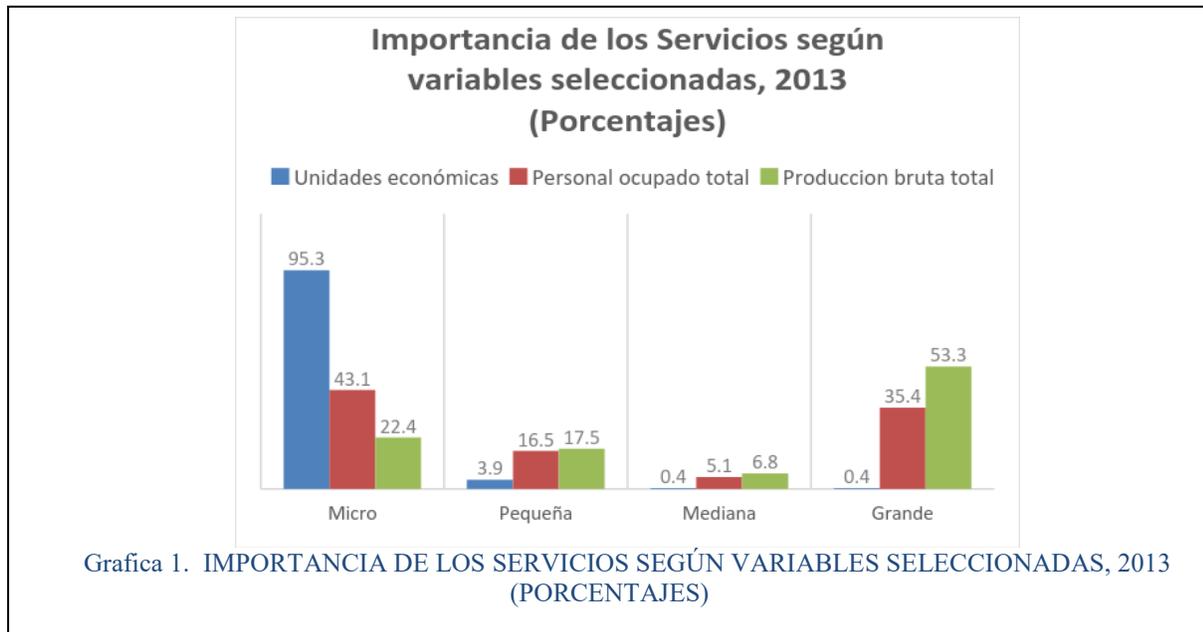
<sup>2</sup> Brenda Elizabeth Carbajal Hernández estudiante de 7mo semestre de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico de Querétaro, México [breen.carbajal@gmail.com](mailto:breen.carbajal@gmail.com)

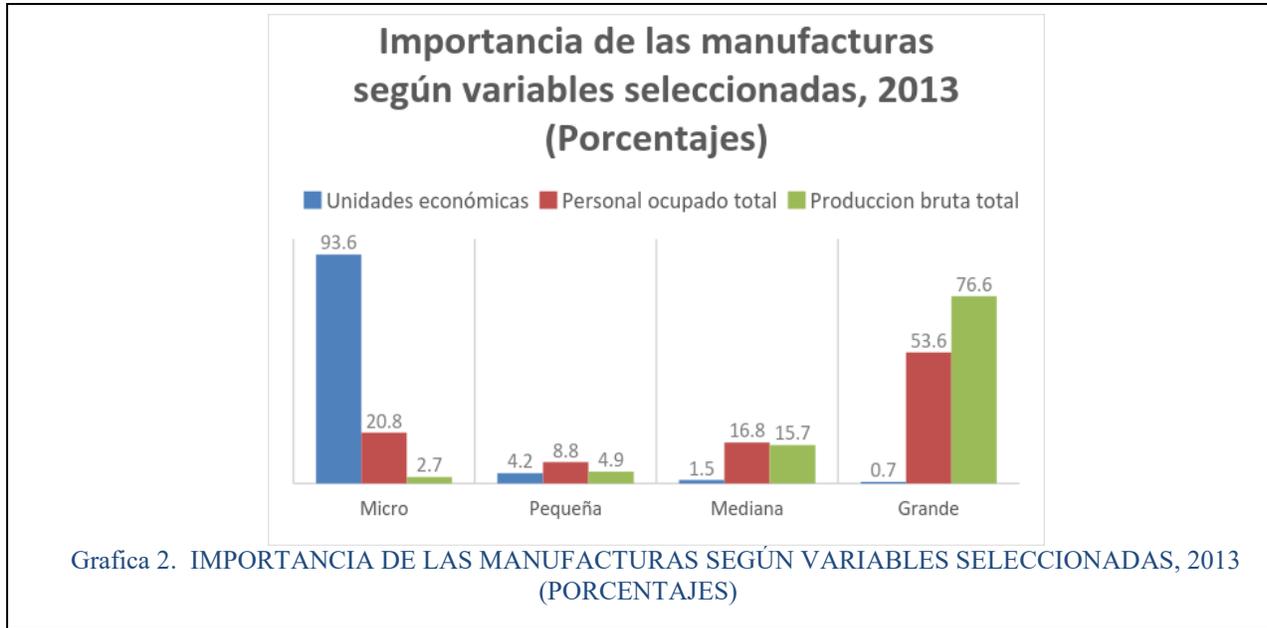
- Dimensión estructural. Que engloba todos los elementos formales, tangibles y declarados que conforman la estructura bajo la cual se llevan a cabo las operaciones tanto en niveles estratégicos, tácticos y operativos.
- Dimensión contextual. Conformada por aspectos intangibles y de difícil medición pero que existen e impactan directa o indirectamente los resultados obtenidos. Estos elementos incluyen el clima laboral, el empowerment, la comunicación y el tipo de liderazgo entre otros.

### El contexto mexicano de las PyMES

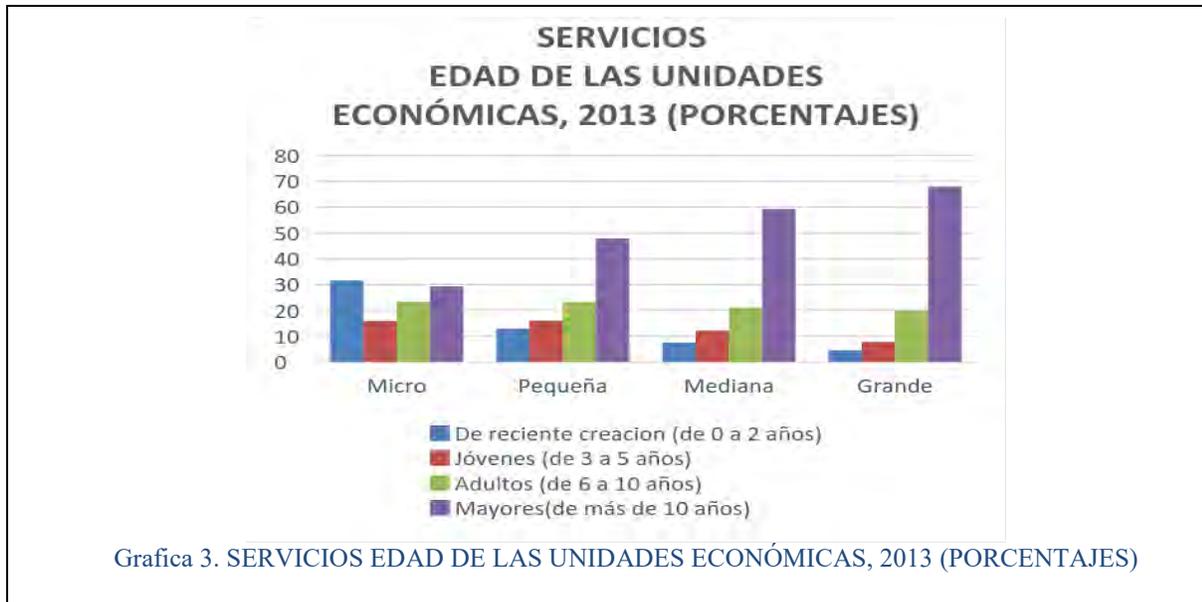
Las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) en México representan más del 95% de los establecimientos empresariales en el país y aportan casi un 10% del PIB nacional de acuerdo a información de INEGI (2014), estos datos proporcionan una visión clara y contundente de la importancia de atender el desempeño de estas instituciones, desde una perspectiva multidisciplinaria: En lo económico dado su impacto para el desarrollo del país, en lo social considerando el rol de estas organizaciones para la procuración de seguridad social y una mejor calidad de vida de gran parte de la población, en lo laboral ya que constituye una importante fuente de empleo y autoempleo e incluso de desarrollo profesional para sus trabajadores.

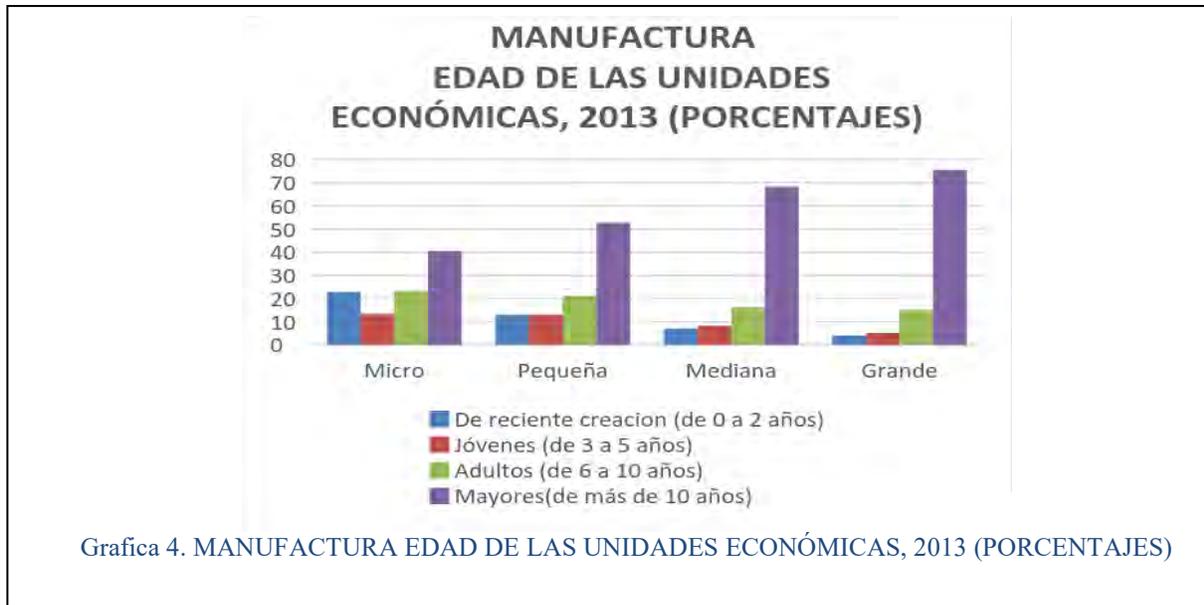
Estadísticamente es posible cuantificar la trascendencia de la PyMES en México desde distintas perspectivas, por ejemplo, en el sector servicios las empresas micro representan el 43.1% de la ocupación laboral del sector mientras que en las empresas de manufactura alcanzan el 20.8% en el mismo tamaño de organizaciones. En la suma de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector terciario se alcanza el 64.7% de ocupación laboral mientras que en el sector manufactura alcanza un importante 46.4%.



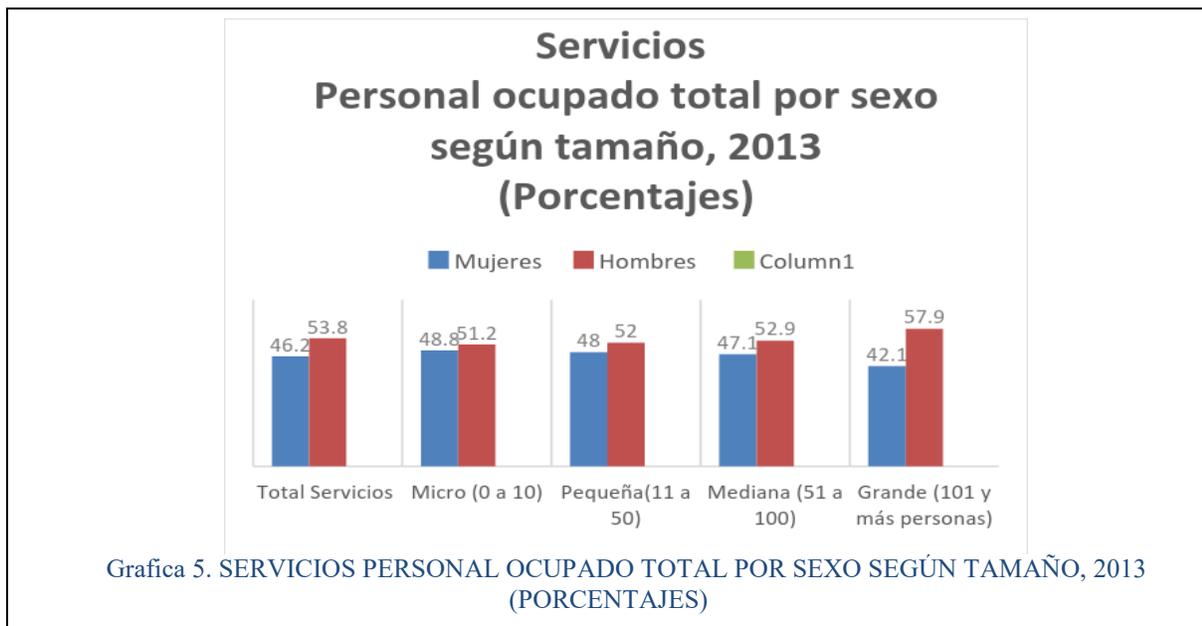


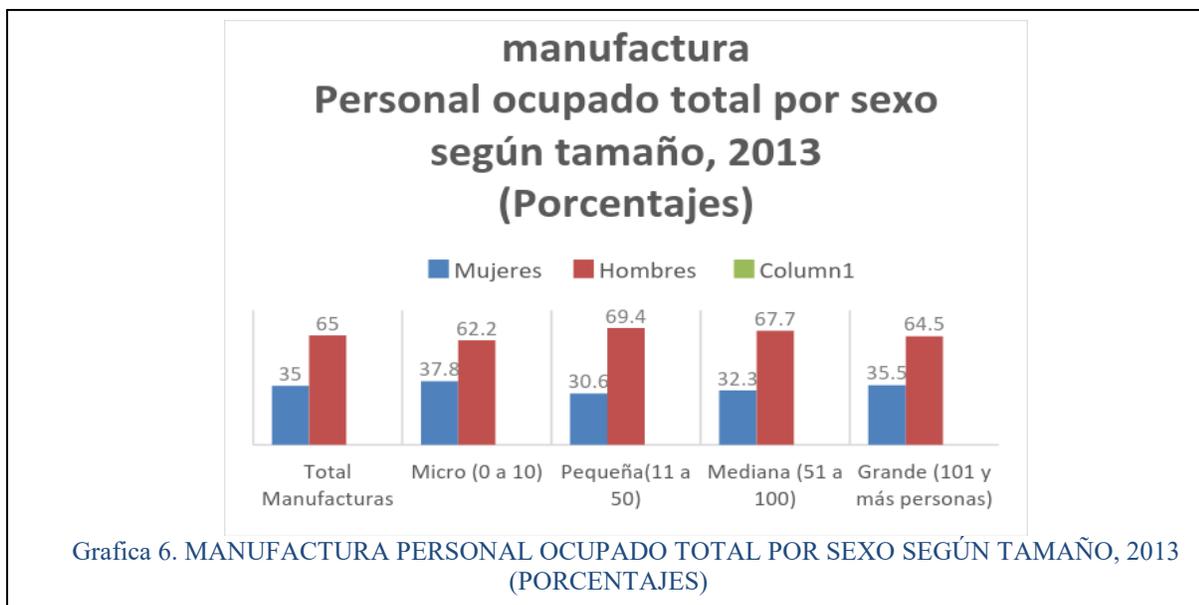
En cuanto a la edad de estas organizaciones resalta la importancia de identificar las herramientas que permitan a las pequeñas organizaciones sobrevivir durante sus primeros años y consolidarlas más adelante, queda claro que, aunque existe un porcentaje de estas empresas que sobreviven por 10 años o más no se compara con los porcentajes que encontramos en las empresas grandes y dado el alto porcentaje de ocupación laboral resulta importante atender las circunstancias que lo provocan.





Finalmente, un indicador estadístico más a considerar es el género de los trabajadores de estas organizaciones dado que este elemento establece ciertas condiciones y contextos tanto en la dimensión estructural como en la contextual, al respecto INEGI arroja cifras que destacan la equidad que se presenta sobre todo en organizaciones de servicios.





### Elementos para el Diagnóstico Empresarial de PyMES

Un modelo que trate de explicar este complejo y dinámico escenario en que las PyMES se desarrollan y que permita trazar un rumbo para el futuro debe considerar al menos los siguientes elementos: clientes, inversionistas, proveedores, clima interno, comunidad, estructura, objetivos y liderazgo. A partir de estos elementos será posible establecer la salud organizacional y fijar propósitos que involucren a todas las fuerzas que convergen en la empresa y su operación.

**Clientes:** Son quienes sostienen y mantienen vigente a la organización a través de sus adquisiciones por lo tanto son también quienes establecen los criterios de calidad que se deberán observar a partir de sus expectativas y sus necesidades. Caracterizar la relación de la empresa con sus clientes será de gran valor para conocer su grado de servicio y efectividad a partir de lo cual se pueden determinar metas y estrategias bien definidas.

**Inversionistas:** Son quienes soportan la carga económica de la organización y también quienes esperan beneficios derivados de su operación. El accionista o propietario deberá evaluar el rendimiento de su inversión a través de indicadores como la efectividad, el uso del activo y por supuesto las utilidades. Evaluar esta relación es de suma importancia porque, por una parte, asegura la existencia de la organización a través de la inversión y de la misma forma propicia su desarrollo al arrojar los resultados esperados. El inversionista es un cliente interno que, en su relación más estrecha y riesgosa con la organización, merece la correcta atención.

**Proveedores:** Garantizar el suministro de una organización en términos de calidad, suficiencia, tiempo y precio, resulta fundamental para el correcto funcionamiento de un proceso productivo, a través de estas relaciones la empresa puede desarrollar ventajas competitivas que aseguren sus resultados y robustecer su cadena de suministro con miras a satisfacer tanto a sus clientes internos como externos.

**Clima interno:** Otro factor importante para diagnosticar una organización de estas características sería el clima laboral en que tienen lugar las operaciones, este elemento incluye la evaluación de factores tales como la comunicación entre los colaboradores, el grado de motivación que presentan, la confianza entre colaboradores y con la administración, el grado de empoderamiento y autonomía que permita la toma de decisiones oportuna, así como factores restrictivos para la productividad y eficiencia tales como el grado de estrés, puntos de confrontación y división que existan en sus relaciones internas y que puedan condicionar su correcto funcionamiento.

**Comunidad:** Toda empresa opera en el contexto específico de una comunidad a quien se debe y por quien se obliga a un ejercicio ético y responsable. Las relaciones con la comunidad pueden ser muy variadas y presentar distintos tipos de cercanía y compromiso, la importancia de evaluar estas relaciones radica en el compromiso mismo de una

organización o de un gobierno corporativo para satisfacer y coadyuvar al desarrollo económico, ambiental y social de la comunidad lo que implica desde acciones normativas propias de su relación con el gobierno hasta acciones solidarias y benéficas para la sociedad y sus distintos sectores.

**Estructura:** Evaluar la estructura de una organización pequeña tiene que ver con determinar la congruencia entre su diseño y sus objetivos, es decir, determinar que las operaciones se llevan a cabo en un marco claro, suficiente y que soporte las necesidades de sus colaboradores para el alcance de sus metas. Aunque en una organización pequeña la estructura se vuelve más flexible y casi intangible, es necesario determinar que existan los elementos suficientes para soportar las operaciones, aspectos tales como descripciones de puestos, procedimientos, normas y políticas, etc.

**Objetivos:** Es preciso reconocer de inicio que las metas que se haya establecido la organización sean claras, lo suficientemente específicas, medibles, alineadas con su filosofía y que consideren un marco de tiempo para su realización. Los objetivos que una organización puede considerar abarcan los aspectos comerciales, financieros, de crecimiento, participación, operación, productividad, etc., es importante evaluar que existan, que sean conocidos, apropiados y suficientes para el beneficio de la empresa.

**Liderazgo:** En una organización pequeña, gran parte de los elementos anteriores recae en la persona que ejerce el liderazgo, en empresas micro y pequeñas normalmente este liderazgo recae en una sola persona y el ejercicio de esta facultad es lo que puede determinar en gran medida los resultados obtenidos. Evaluar el estilo y resultados del liderazgo en estos casos se relaciona con una evaluación al desempeño del líder, sus relaciones con sus subordinados y con otros líderes y su capacidad para adaptarse a los cambios y a los distintos roles que debe ejercer. Uno de los factores de mayor trascendencia en esta revisión será la capacidad del líder para transmitir su liderazgo y mensaje a sus subordinados, multiplicando así su grado de influencia.

La evaluación de estos ocho elementos en una PyME permitirá establecer una visión holística de la misma y un diagnóstico integral que facilitará al observador contar con los elementos suficientes para: caracterizar a la organización, permitir un análisis integral y formal y finalmente trazar las estrategias apropiadas para su desarrollo.

### **Comentarios Finales**

Las pymes mexicanas tienen la mayor participación dentro del campo empresarial, por lo que son un área de oportunidad muy importante para tomar en consideración, ya que si se aborda esta coyuntura de la manera correcta se podrán reunir las condiciones óptimas para el impulso que tanto se necesita dentro de este sector en nuestro país.

Si se detecta el porqué de la falta de crecimiento o estancamiento y se hace un diagnóstico de la manera más amplia y específica será viable en un futuro una adecuada prevención y evitar así las acciones improvisadas y de “feeling” que tanto daño puede hacer a las organizaciones emergentes.

### **Referencias**

- Audirac Camarena, Carlos A; De León Estavillo, Verónica; et al. (2001). ABC del Desarrollo organizacional. México: Editorial Trillas.
- Lawler, Edgard; Nadler, David y Camman, Cortland. (1980). Organizacional assessment. Nueva York: Wiley.
- Lazzati, Santiago y Sanguinetti, Edgardo. (2005). Gerencia y liderazgo. Buenos Aires: Ediciones Macchi
- Margulles, Newton y Raia, Anthony P. (1993). Desarrollo organizacional. México: Diana.
- Peters, Thomas y Waterman, Robert. (1986). En busca de la excelencia: Lecciones de las empresas mejor gestionadas de Estados Unidos. Ediciones Folio.
- Pascale y Athos (1983). El secreto de la técnica empresarial japonesa. México: Grijalbo.
- Rodríguez M., Darío. Diagnóstico organizacional. (2005). Diagnóstico organizacional. México: Alfaomega.
- Warner, Burke W. Desarrollo organizacional: Un punto de vista normativo, México, Sistesa. 1988.

# Elementos Estimulantes en los Ambientes de Aprendizaje y su Impacto en el Desempeño Académico

M. En C. Libia Zoraida Torres Vargas<sup>1</sup>, Téc. José Juan Matla Cuevas<sup>2</sup>, Téc. Brayan Vázquez Pineda<sup>3</sup>

**Resumen**— Actualmente las herramientas utilizadas para la transmisión de conocimiento adquieren vital importancia en el momento en que los profesores generan un mayor impacto y mejoran la asimilación de información en los alumnos. Considerando a los alumnos protagonistas principales dentro de los ambientes de aprendizaje y siendo los profesores parte fundamental de los mismos es responsabilidad de ambas partes el crear un ambiente que propicie la adquisición de conocimientos. Dichos ambientes contemplan elementos presentes en el aula; colores, iluminación, temperatura y ambientación sonora, incluyendo elementos no tangibles como; relaciones personales, competitividad, compañerismo y otros valores. Estas herramientas facilitarán el desarrollo de competencias transversales y específicas. Nuestro artículo deriva del Proyecto de Investigación: “Ambientes de Aprendizaje en el CECyT “Estanislao Ramírez Ruiz” para el Desarrollo de Competencias y Valores”, con No. de registro 20160976 ante la Secretaría de Investigación y Posgrado del INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, al mismo que agradecemos el apoyo brindado.

**Palabras clave**—Ambientes de aprendizaje, educación, estrategias de aprendizaje, color, iluminación, sonido.

## Introducción

El concepto de ambiente de aprendizaje se ha mantenido variante a lo largo del tiempo, conforme evolucionamos socialmente, los modelos educativos deben ser modernizados para ajustarse a las capacidades y entornos sociales actuales. El ambiente dentro del aula debe actualizarse y acoplarse al uso de tecnologías y estrategias que permitan a alumnos y docentes un proceso de enseñanza más práctico y funcional, de manera que la enseñanza sea más sencilla para docentes y más atractiva para alumnos. En este punto, se sugiere el uso de herramientas que logren captar y mantener la concentración del alumno; colores, iluminación, ventilación, temperatura y tecnologías modernas. Igualmente se sugiere trabajar en las relaciones personales entre alumnos y docentes. Un ambiente pacífico propiciará la sana convivencia entre los involucrados y evitará problemas presentes en el proceso de enseñanza, todo esto con la finalidad de favorecer el proceso de enseñanza.

## Descripción del Método

El método utilizado está centrado en el modelo naturalista, el cual se aplica por medio de una recolección de datos sin medición numérica, este método se aproxima a la realidad de manera visible utilizando entrevistas abiertas, observación presencial y no presencial y generación de hipótesis. La muestra quedó conformada por un total de 80 participantes. Los resultados principales permitieron describir e identificar que las estrategias resolutivas para crear un ambiente de aprendizaje pacífico y estimulante, que propicie la concentración de los estudiantes, así como un proceso de aprendizaje significativo.

El tipo de Muestreo utilizado es el Muestreo por conveniencia. Con los alumnos de los grupos, 3IM3, 5IM1 y 5IM3. Este muestreo es fácil, eficiente y económico que permite pasar a otros métodos a medida que se colectan los datos, acorde con Salamanca (2007).

Por lo que podemos decir que la investigación realizada pertenece al ámbito educativo, considerando que es básica por su finalidad, exploratoria-descriptiva por su profundidad; ya que hace relación a un estudio poco investigado y se indaga sobre una perspectiva innovadora e intenta ser soporte para nuevos estudios experimentales. Es descriptiva porque se describen los hechos tal y como se observaron. Tiene un enfoque cualitativo. Es una investigación cuyo diseño es transversal, ya que es exploratoria-descriptiva.

---

<sup>1</sup> M. en C. Libia Zoraida Torres Vargas es Profesora investigadora del Programa Académico de Técnico en Sistemas de Control Eléctrico en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Edo. Méx. [torresv@ipn.mx](mailto:torresv@ipn.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Técnico José Juan Matla Cuevas es egresado de la carrera de Técnico en Sistemas de Control Eléctrico y alumno investigador del CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Edo. Méx. [josejuanmatlacuevas@gmail.com](mailto:josejuanmatlacuevas@gmail.com)

<sup>3</sup> Técnico Brayan Vázquez Pineda egresado de la carrera de Técnico en Sistemas de Control Eléctrico del CECyT “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Edo. Méx. [brayan.vazq@gmail.com](mailto:brayan.vazq@gmail.com)

## Desarrollo

Cuando se aborda el tema de aprendizaje se hace referencia al cúmulo de procesos que trabajan conjuntamente para la obtención de habilidades, valores y conductas. Schunk (2012) menciona que el aprendizaje conlleva la adquisición y modificación de conocimiento, habilidades, estrategias, creencias, actitudes y comportamientos.

En este sentido, se logra un aprendizaje significativo cuando la enseñanza es llevada a cabo de forma no idéntica con un conocimiento previo particular, de esta manera existe una interacción entre el conocimiento previo y el conocimiento nuevo, generando un conocimiento integral de acuerdo a las experiencias vividas y acervo académico estudiado, brindando seguridad de aprendizaje. Es posible representar el conocimiento de forma remota y atemporal mediante códigos (lenguaje escrito). Es decir, lo que algunos aprenden en cierto momento, puede ser utilizado por otros individuos en otro lugar y momento distintos permitiendo la preservación de la información que en el momento de es de carácter actual, adquiriéndose dentro de los ambientes de aprendizaje disponibles.

Dentro del aula, un ambiente de aprendizaje o ambiente educativo, teniendo ambos términos la misma connotación, hace referencia a la interacción de estrategias pedagógicas con el entorno físico disponible permitiendo optimizar la adquisición de conocimiento teniendo así la tendencia a homogeneizar los resultados de los componentes tangibles e intangibles a los que profesores y alumnos tienen acceso. De la misma manera, Duarte (2003) trata a los ambientes de aprendizaje como aquellos escenarios en donde están presentes y se perfeccionan todas aquellas vertientes que permiten un aprendizaje situándolos en un espacio y tiempo que están en constante cambio permitiendo el desarrollo de habilidades, competencias, capacidades y valores que enriquecen la formación integral de los involucrados.

Los avances científicos propios a las últimas décadas suelen caracterizarse por ser de carácter innovador y contundente, renovando esquemas de conocimiento que se consideraban en su mayoría desarrollados. En contraste con lo anterior, aún es frecuente encontrarse con el paradigma social referente a la poca compatibilidad de la música con el proceso de aprendizaje, mayoritariamente generado por la escasa difusión de las innovaciones existentes en este campo. Sin embargo, existe un incremento de investigaciones que demuestran que la música además de producir la recreación de individuos funge como estrategia didáctica estimulante que tiene aplicación en distintas áreas de estudio.

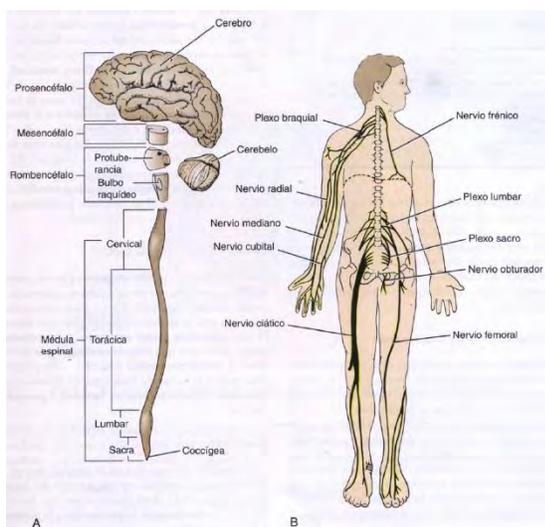


Figura 1. A) Sistema nervioso central. B) Sistema nervioso periférico

El cuerpo humano es un laboratorio casi perfecto en donde ocurren diferentes procesos químicos que permiten al ser humano controlar las funciones del organismo, desarrollar sus actividades, cuidar su salud y mantenerse con vida. Para lograr lo anterior, el cuerpo humano se auxilia del sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico, el primero se constituye por el encéfalo y la médula espinal mientras que el segundo está conformado por los nervios craneales, espinales y sus ganglios. El cerebro forma parte del sistema nervioso central, específicamente del encéfalo, de esta manera, el cerebro humano es un órgano fundamental, un elemento de control que procesa la información recolectada por los demás órganos que están constantemente en contacto con el medio, siendo captada por el sistema nervioso periférico y retransmitida al encéfalo, el cual genera las ordenes pertinentes que son enviadas a los órganos efectores. Anatómicamente, el cerebro se divide en dos regiones, el Hemisferio izquierdo y el Hemisferio derecho, ambos separados por una cisura longitudinal, ambos hemisferios están recubiertos por la corteza cerebral, contando con cuatro lóbulos distintos cuyos nombres pertenecen al hueso que los cubre: frontal, parietal, temporal y occipital, siendo el segundo el lóbulo el que se relaciona con la percepción auditiva, la comprensión del habla y con algunos aspectos del aprendizaje, la

memoria y la emoción, permitiendo la asimilación de notas musicales con impacto en los procesos cognitivos generando una modificación de los mismos a través de la musicoterapia, observándose la intervención de los procesos bioquímicos implicados para la asimilación auditiva de conocimiento.

Respecto a la musicoterapia, Weinberg (1998) expresa que:

Es el uso controlado de la música con el objeto de restaurar, mantener e incrementar la salud mental o física. Es la aplicación sistemática de la música, dirigida por un musicoterapeuta en un ambiente terapéutico, con el objeto de lograr cambios de conducta. Estos cambios ayudarán al individuo que participa de esta terapia a tener un mejor entendimiento de sí mismo y del mundo que lo rodea, pudiendo adaptarse mejor a la sociedad.

La musicoterapia es implementada a través de cuatro metodologías, la primera es la composición: generación de canciones y piezas instrumentales, la segunda es la improvisación: creación de música de forma espontánea, la tercera es la recreación: sesiones de canto, y la cuarta son los métodos receptivos: escuchar música. La implementación de las metodologías anteriores permite explorar los sentimientos del paciente, además fomenta el autoconocimiento, permitiendo a la recreación ser una técnica versátil con aplicación en el ámbito académico.

Hanshumaker (1980) menciona que la música tiene la capacidad de facilitar la adquisición de lenguaje, interpretación de lecturas y desarrollo en general, promoviendo actitudes positivas mientras que se disminuyen la deserción en la educación media y superior. En este sentido, la música se convierte en una etapa ilustrativa dentro del proceso de enseñanza la cual está presente en cada lección, siendo capaz de generar neurotransmisores que incentivan a realizar determinado comportamiento, en el caso de las endorfinas, se relacionan con música vibracional: tambores, mientras que las percusiones, y sonidos violentos constantes son capaces de generar endorfinas, dopamina, acetilcolina y oxcitocina, que en conjunto producen un estado de euforia. Existen estudios hipnopedicos de musicólogos y neurobioquímicos que proponen el aprendizaje a partir de determinadas piezas musicales, Por ejemplo, como parte de la música barroca se encuentra la música de Vivaldi: Largo del concierto en do mayor para mandolinas y clavicordio, Bach: Largo del concierto para clavicordio en fa mayor, Opus 1056, Corelli: Largo del concierto número 10 en fa mayor. Para un aprendizaje activo se recomienda a Mozart: Conciertos para violín 1, 2, 3, 4 y 5, Beethoven: Concierto para violín y orquesta en re mayor, Opus 61, Chopin: Todos los valsos. Haciendo uso de esta música, se logra crear una atmósfera cómoda para los estudiantes mientras estos absorben información, prestando especial atención a la información relevante, asimilándola de forma más rápida con lo que se disminuyen las barreras de aprendizaje entre el profesor en turno y sus alumnos.

En este sentido, los elementos que son un factor importante para mejorar el desempeño académico son el sonido, colores, iluminación, relaciones interpersonales y más recientemente agregado, la tecnología.

Los colores son esenciales en el ámbito de la educación y toman mayor importancia en el momento en que los docentes recurren a elementos que le faciliten el proceso de enseñanza, dichos elementos causan un mayor impacto cuando logran atraer nuestra atención. Para comprender mejor el impacto ejercido por los colores en el ámbito educativo es necesario hacer hincapié en las investigaciones realizadas a nivel mundial, un ejemplo son los estudios de Melgosa, Huerta e Hita (1984). En ellos se menciona un *lenguaje del color* que puede ser decodificado por todas las personas a nivel mundial, sin importar su cultura, idioma o país. Es así como logramos percibir el color rojo como un color agresivo, el cual llama nuestra atención y lo relacionamos instintivamente con guerras; el color rosa representa lo femenino, maternal y tierno; su contraparte, el color azul, lo percibimos masculino, frío y se relaciona con la eternidad; el color verde nos representa paz, armonía y tranquilidad, en cambio, el color gris lo percibimos como tristeza y aburrimiento. De igual manera, se pueden describir las emociones transmitidas por cada uno de los colores y es gracias a esta asociación que tenemos entre colores y emociones, que podremos apoyarnos en el uso de los mismos para atraer la atención de los estudiantes, pues si bien sabemos que algunos colores como el color gris incitan el aburrimiento, otros más, como el azul o rojo, son capaces de atraer la atención y su uso es adecuado y necesario para facilitar el aprendizaje en el aula.

Esta asociación que compartimos todos los seres humanos sobre la asociación de los colores se llevó poco a poco y de manera informal a través del tiempo. No obstante, la mayoría del tiempo los docentes cometen errores al utilizar estas herramientas llegando a caer en la monotonía, aburrimiento y sobresaturación de colores en las aulas de clase, por esta razón es necesaria una estrategia que auxilie a los docentes en el uso de los colores para mejorar su aplicación. Esta estrategia deberá instruirlos correctamente sobre las tonalidades a utilizar y los momentos en los que es mejor utilizarlos, de esta manera el docente no tendrá que hacer esto con prueba y error en sus alumnos.

El uso de los colores en la educación no es un tema nuevo, de hecho, se tienen antecedentes sobre este tema. En México existen investigaciones realizadas por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Actualización en el Campo de la Educación en los que menciona como ejemplo claro las clases a nivel preescolar en donde se utiliza una gran variedad de colores llamativos, cuentos e imágenes para una sencilla y dinámica asimilación de conocimientos. En este sentido, es importante que incluso los libros de texto utilizados tengan una serie de colores estrictamente seleccionados para ayudar a los alumnos en su camino hacia el conocimiento.

Como se mencionó anteriormente, el uso de los colores es un factor importante para favorecer el aprendizaje en el aula, sin embargo, el correcto acondicionamiento de las aulas de clases es un factor bastante importante porque hacer sentir a los alumnos en un ambiente más acogedor, menos estresante y con más energía. La instrumentación se lleva a cabo desde el momento en que se diseñan los edificios, éstos deben incluir el uso de ventanas para la iluminación natural y contar con iluminación artificial para cuando sea requerida. Una correcta iluminación dentro del aula es favorable para docentes y alumnos, evita cansancio y/o problemas visuales, estos factores además de beneficiar la salud de aquellos implicados en el proceso de enseñanza, también promueven la eliminación de distractores en el aula. Algunos otros factores a tomar en cuenta son la temperatura; en un ambiente con altas o bajas temperaturas, los alumnos se preocupan más por mantenerse en una temperatura deseada y mantienen el aprendizaje como actividad secundaria, el color de las aulas; los ambientes coloridos promueven una mejor actitud por parte de los alumnos, los colores deben ser alegres y vibrantes sin llegar a ser excesivamente llamativos, la eliminación de ruido externo; en ambientes donde el ruido externo logra filtrarse, el proceso de enseñanza se complica y es extremadamente difícil mantener la concentración de los alumnos e incluso de los mismos docentes. El uso correcto de estos factores en conjunto generará resultados positivos en la adquisición de conocimientos y generará un ambiente más placentero para alumnos y docentes.

Finalmente, es menester mencionar que los elementos estudiados pueden presentarse incluso en ambientes de aprendizaje virtuales. En la actualidad, el uso de las nuevas tecnologías es indispensable para mejorar el desarrollo de los seres humanos, para ello se puede hacer uso de entornos de aprendizaje virtuales para mejorar el proceso de enseñanza, Sarramona (1993) menciona que entorno de aprendizaje virtual se define como un programa informático interactivo de carácter pedagógico que posee una capacidad de comunicación integrada. Un ejemplo de un entorno de aprendizaje virtual, son los programas de educación a distancia, los cuales se han consolidado con el uso de los medios informáticos y de telecomunicaciones como modelos virtuales de educación, que mantienen en común factores como; la no presencia física, el tiempo, el espacio y el modelo educativo.

Como podemos observar, los entornos de aprendizaje virtuales contribuyen una nueva tecnología educativa y ofrece una amplia gama de oportunidades a las instituciones de todo el mundo. Este medio puede aplicarse completamente a nivel mundial y facilitaría a los estudiantes asistir a clases virtuales en una institución que se encuentre en un país distinto al suyo. El uso de las nuevas tecnologías es altamente importante en la sociedad actual, ya que, si bien no seremos reemplazados con la tecnología, se puede afirmar que los docentes que no permitan el uso de tecnologías para mejorar el aprendizaje con sus alumnos pueden ser reemplazados por aquellos que sí lo hagan.

En conclusión, existen distintos elementos estimulantes dentro del aula, los cuales, si se aplican de manera correcta pueden favorecer considerablemente la adquisición de conocimientos y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si bien, la mejora de uno o algunos elementos propiciará el aprendizaje, se debe tener en cuenta que el máximo provecho se obtendrá solamente si se trabaja en todos y cada uno de los elementos presentados previamente, pues todos ellos en conjunto conforman el ambiente de aprendizaje, el cual es vital en el proceso de enseñanza, disminuyendo las barreras de asimilación de habilidades y destrezas propuestas por los modelos de estudios vigentes.

## Referencias

- Aguilar, F. (2006). La musicoterapia como instrumento favorecedor de la plasticidad, el aprendizaje y la reorganización neurológica. *Revista Plasticidad y Restauración Neurobiológica*. Vol. 5, No. 1, 85-97.
- Albornoz, Y. (2009). Emotion, music and meaningful learning. Artículos arbitrados. No. 44, 67-73
- Braidot, P. (2014). Neuromanagement: La revolución neurocientífica en las organizaciones, del management al neuromanagement. Argentina: Ediciones Granica.
- Cabero, Julio. (1996) "Nuevas tecnologías, comunicación y educación" en Revista electrónica de tecnología educativa, Palma de Mallorca, España. Num.1 Febrero. 10p.
- Duarte D., Jakeline. (2003). Ambientes de aprendizaje: Una aproximación conceptual. Estudios pedagógicos (Valdivia), (29), 97-113.
- Hanshumaker, J. (1980). The effects of arts education on intellectual and social development: A review of selected research. Bulletin of the Council for Research in Music Education, 61, 10-28.
- Lozanov, G. (1978). Suggestology and outlines of suggestopedy. Paris: Gordon and Breach.
- Melgosa M., Huertas R., Hita E. (1984) Problemas de aprendizaje de la visión defectiva del color: un ejemplo práctico Departamento de Óptica. Facultad de ciencias. Universidad de Granada
- Meneses, B. (2007). El proceso de enseñanza- aprendizaje: el acto didáctico. En Ntic, Interacción y aprendizaje en la universidad. (pp. 31-65). España: Iniversitat Rovira i Virgili.
- Moreira, M. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? Revista Currículum. No. 25, 29-56.
- Moreno, G., Molina A. (1993). El ambiente educativo, Santa Fe, Bogotá.
- Ortiz, G. (2001). El significado de los colores. México. Editorial trillas.
- Sarramona, Jaime. (1993) "El rendimiento en la enseñanza a distancia" Rev. Teoría de la Educación, Vol. V, pp. 127-137.
- Schunk, D.H. (1991). Learning theories: An educational perspective. Boston: Pearson Education.
- Snell, R. (2007). Neuroanatomía clínica. Uruguay: Ed. Médica Panamericana.
- Weinberger, N. (1998). The Music in Our Minds. Into How the Brain Learns, Vol 56, 35-40. Educational Leadership.

## Imágenes

(s.f). Sistema Nervioso[Figura]. En Snell, R., Neuroanatomía clínica (p. 3). Uruguay: Ed. Médica Panamericana, 2007.

## Diseño de Ambientes de Aprendizaje

M.C. Libia Zoraida Torres Vargas<sup>1</sup>, Ing. María Griselda López García<sup>2</sup>, Lic. José Camilo Martínez Ochoa<sup>3</sup>

**Resumen— El presente trabajo deriva del Proyecto de Investigación: “Ambientes de Aprendizaje en el CECyT “Estanislao Ramírez Ruiz” para el Desarrollo de Competencias y Valores”, autorizado por el INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Agradecemos el apoyo que nos ha brindado.**

**Actualmente los ambientes educativos han adquirido suma importancia, considerando que son los escenarios donde se lleva a cabo el aprendizaje y la enseñanza, siendo esto el eje de la actividad académica.**

**La necesidad de educar para la vida demanda de los docentes múltiples competencias, ya que son agentes de cambio, que contribuyen a elevar los aprendizajes de los estudiantes proporcionándoles herramientas para el desarrollo del pensamiento complejo y un desarrollo humano integral. Al diseñar ambientes de aprendizaje debemos considerar cuatro espacios: físico, social, disciplinar e institucional y elementos como el diseño instruccional y tecnologías de información y comunicación. Con la finalidad de desarrollar una estrategia aplicable en las aulas que favorezca el aprendizaje.**

**Palabras clave<sup>4</sup>— Ambientes de aprendizaje, innovación educativa, estrategias.**

### Introducción

Con las paso del tiempo, las instituciones educativas deben moldear y reestructurar sus planes de estudio para acoplarse a los requerimientos actuales y a la forma de aprendizaje de todos y cada uno de los alumnos, sin embargo, no es suficiente con adecuar modelos educativos, también se debe trabajar en la modernización de las estrategias utilizadas por la institución y los docentes para que los alumnos adquieran conocimiento de una manera más sencilla y eficaz, de esta manera se puede crear un Ambiente de Aprendizaje que se acople perfectamente con docentes y alumnos. El diseño de un ambiente de aprendizaje adecuado debe basarse en los modelos académicos de cada institución en particular y debe contemplar el espacio físico; iluminación del aula, colores utilizados, temperatura y ambientación sonora, de igual manera, debe contemplar el espacio no tangible; relaciones personales y capacidad que tiene el docente para controlar a las mismas. Un ambiente de aprendizaje óptimo y bien desarrollado, favorecerá la adquisición de conocimientos y mejorará el comportamiento y actitud en los alumnos, logrando así, mejorar el proceso de aprendizaje-enseñanza.

### Descripción del Método

Para la presente investigación utilizamos el Modelo Cualitativo también denominado interpretativo, fenomenológico, naturalista o etnográfico. “Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. Entre sus principales representantes encontramos de acuerdo a García Lucía (2004) (pag13) a Dilthey, Husserl, Baden, Mead, Schutz, Berger, Lukman y Blumer. Está orientado a describir e interpretar fenómenos y se interesa por el estudio de los significados e intenciones de las conductas humanas(variables no observables) desde la perspectiva de los propios agentes educativos (Erickson, 1989). A través de este enfoque es posible comprender la profundidad del significado de los fenómenos de manera objetiva y subjetiva.

La investigación cualitativa se aproxima a la realidad de manera visible, acercándose a las situaciones que viven los sujetos, lo que nos permite conocerla con mayor precisión, tratando de entender la realidad social como la perciben las personas buscando los motivos, valores y circunstancias de sus acciones.

Se caracteriza por tres aspectos de acuerdo a Pérez Serrano:

1. La exploración de percepciones y actitudes, por la comprensión del significado profundo de los acontecimientos.

---

<sup>1</sup> M. en C. Libia Zoraida Torres Vargas es Profesora investigadora del Programa Académico de Técnico en Sistemas de Control Eléctrico en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Edo. Méx. [ltorresv@ipn.mx](mailto:ltorresv@ipn.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. María Griselda López García es Profesora investigadora del Programa Académico de Técnico en Sistemas Digitales en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Edo. Méx. [mgllopezg@ipn.mx](mailto:mgllopezg@ipn.mx)

<sup>3</sup> Lic. José Camilo Martínez Ochoa es Profesor investigador del Área de materias Básicas en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Edo. Méx. [jmartinezo@ipn.mx](mailto:jmartinezo@ipn.mx)

2. Utiliza técnicas de recogida de datos: entrevistas abiertas y semiestructuradas, observación participante y no participante, usando métodos adecuados.
3. Usa la teoría de campo, en lugar del análisis y la codificación de datos, y por el reconocimiento de temas troncales, la generación de hipótesis y el establecimiento de tipologías y clasificaciones.

Al utilizar la metodología cualitativa realizamos procedimientos que nos ayudaron a la construcción de conocimiento sobre la base de conceptos. Estos nos permiten la reducción de la complejidad y es mediante el establecimiento de relaciones entre estos conceptos que se generó la coherencia interna del producto que presentamos.

Por lo que podemos decir que la investigación realizada pertenece al ámbito educativo, considerando que es básica por su finalidad, exploratoria-descriptiva por su profundidad; ya que hace relación a un estudio poco investigado y se indaga sobre una perspectiva innovadora e intenta ser soporte para nuevos estudios experimentales. Es descriptiva porque se describen los hechos tal y como se observaron. Tiene un enfoque cualitativo. Es una investigación cuyo diseño es transversal, ya que es exploratoria-descriptiva.

Al ser exploratoria no establecimos hipótesis, sólo se hicieron conjeturas iniciales y por ser descriptiva sólo planteamos objetivos, no hubo manipulación de variables y se realizó un análisis utilizando los datos obtenidos de investigaciones ya existentes y de las observadas en los alumnos del CECyT “Estanislao Ramírez Ruiz” durante los periodos escolares 16/2 y 17/1.

### **Especificaciones del Método Empleado**

El estudio se realizará a través de un diseño cualitativo aplicando técnicas de recolección de datos y entrevistas individuales semi-estructuradas, tanto a profesores como a alumnos.

Los resultados nos permiten describir e identificar las estrategias que facilitan el aprendizaje

La muestra quedó conformada por un total de 80 participantes de los grupos, 3IM3, 5IM1 y 5IM3. Los resultados principales permitieron describir e identificar que las estrategias necesarias para crear un ambiente de aprendizaje pacífico y estimulante que favorezca la concentración de los estudiantes, propiciando un proceso de aprendizaje positivo y constructivo.

### **Desarrollo**

Conforme el tiempo avanza las diferentes instituciones educativas a través de sus modelos educativos incrementan la calidad de competencias desarrolladas en sus alumnos, generando la necesidad de plantear estrategias integradoras que permitan a los estudiantes asimilar de forma más didáctica los conocimientos impartidos.

De esta manera, siendo el aprendizaje el objetivo de estas estrategias, Feldman (2005) define el aprendizaje como un proceso de cambio de actitudes y conductas que permanecen por un periodo de tiempo extenso a través de situaciones que dejan una experiencia, un conocimiento. De forma extensa, el aprendizaje se puede abordar en asociativo y no asociativo, en donde el primero hace referencia a los cambios de conducta que surgen como producto de la relación de estímulos, mientras que los no asociativos se llevan a cabo sin la vinculación de los mismos, basada principalmente en la habituación y sensibilización.

Auxiliándose de determinados estímulos durante el proceso de aprendizaje, es posible moldear la forma en la que los estudiantes procesan la información, creando un ambiente de aprendizaje didáctico que permite desarrollar habilidades y competencias. Así, el término “Ambiente” se considera como la relación que existe entre un individuo y el medio en el que interactúa frecuentemente, vinculando elementos no tangibles con elementos tangibles, en donde los primeros producen un alto impacto en el ámbito académico, con lo cual, la convergencia de acciones pedagógicas genera un proceso causal dentro de la forma en la que aprenden los estudiantes, siendo la interacción y la comunicación elementos clave de dicha convergencia, denotándose así el término “Ambientes de aprendizaje”.

La planeación y aplicación de estrategias dentro de los ambientes de aprendizajes proporciona un método alternativo de enseñanza, en donde al utilizar herramientas pedagógicas sonoras y visuales se propicia un aprendizaje distinto al convencional en el que la actitud y preparación académica del docente se consideraban únicos factores, brindando al profesor un conjunto de posibilidades de trabajo que enriquezcan y faciliten su labor académica., tal es el caso de la música. La música dentro del proceso de enseñanza tiene gran valor pues busca la

adquisición de alerta y predisposición para formar comportamientos creativos con el fin de inhibir patrones destructivos. En conjunto, Louis Hetland (2002) dentro del Critical Link; Learning in the Arts and Social Development del año 2002, el cual es un informe que recolecta sesenta y dos estudios sobre la relación existente entre las artes, el comportamiento social y el aprendizaje, estableció a partir de un análisis de diferentes estudios relacionados a la escucha de piezas clásicas del famoso compositor Mozart que las obras del mismo incrementan las habilidades de razonamiento espacio-temporales, logrando visualizar objetos de forma abstracta sin necesidad de tenerlo de forma física, siendo este un proceso cognitivo que se desarrolla en el cerebro el cual tiene bases científicas.

El cerebro humano constituye el sistema de procesamiento capaz de alterar conductas a partir de distintos estímulos, este se puede seccionar en dos grandes regiones: el hemisferio izquierdo al que se le atribuyen las habilidades lógicas, verbales, racionales, analíticas, reproductivas, científicas, razonamiento intelectual, concreto, práctico y discriminativo, el hemisferio derecho se relaciona al desarrollo de habilidades analógicas, plásticas, intuitivas, sintéticas, creativas, geométricas, holísticas, interpretativas y musicales, siendo este último hemisferio el encargado de procesar las entradas sonoras que permiten incrementar el aprendizaje impartido. Benenzón (1995) menciona que escuchar música genera:

- Incremento o disminución de la energía muscular en función del ritmo
- Acelera la respiración o su regularidad
- Produce un efecto marcado y variable en la presión sanguínea y la función endócrina.
- Aumenta la actividad voluntaria: escribir, dibujar, etc.
- Demora la fatiga e incrementa el endurecimiento muscular.

Se tienen registros recabados por hipnopedicos, musicólogos y neurobioquímicos relacionados a la obtención de aprendizaje y aprendizaje activo, los cuales siguieron piezas musicales de distintos compositores:

### **Aprendizaje**

Albinoni

Adagio en sol para cuerdas.

Claudio

Largo del concierto para mandolinas y cuerdas.

Pachelbel

Canon en re.

### **Aprendizaje activo**

Mozart

Concierto para violín y orquesta número 5 en la mayor.

Concierto para violín y orquesta número 4 en la mayor.

Concierto para piano y orquesta número 18 en sí sostenido mayor

Beethoven

Concierto para violín y orquesta en re mayor, Opus 61

Concierto para piano y orquesta número 1 en sí sostenido

Haydn

Sinfonía número 67 en fa mayor.

Sinfonía número 68 en do mayor.

### **Paradigmas Actuales**

En los últimos años, las metas de las escuelas en lo que a educación respecta han tenido grandes cambios, actualmente todos esperamos grandes cosas de las escuelas, exigimos mucho más de lo que se exigía anteriormente.

La enseñanza diagnóstica ofrece un ejemplo de cómo iniciar con la estructura de conocimiento de un niño, siendo ésta un pilar importante en la formación de todas las personas y por esa misma razón, la innovación en esta área presenta suma importancia para el desarrollo social. Cuando nos referimos a la innovación en la educación, el punto a tratar es la creatividad necesaria para resolver problemas presentes en las instituciones educativas. Todos podemos innovar, ya sea con ideas y creencias propias, pero no todos logramos realmente los cambios necesarios.

Por su parte, el ambiente de aprendizaje es el conjunto de factores desarrollados en un aula de clase que afectan directa e indirectamente el desarrollo de la educación en el aula. Entonces, comprendemos a un ambiente de aprendizaje como la interacción de factores físicos (colores, temperatura, iluminación, ruido) y factores subjetivos (cultura y relaciones personales). En este sentido, retomando los conceptos anteriores, logramos definir a la Innovación en Ambientes de Aprendizaje como el conjunto de acciones realizadas mediante la investigación para plantear soluciones a los distintos problemas presentados en el aula de clases, dichas soluciones deben contemplar la mejora de las instalaciones, un ambiente libre de factores estresantes y el uso de nuevas tecnologías y estrategias impartidas por los docentes para lograr captar la atención y mejorar la retención de conocimientos en los alumnos.

Gutiérrez de Tena (2010) menciona que la importancia de la innovación en los ambientes de aprendizaje cobra vital importancia en la sociedad actual, en la cual la educación está transformándose de un aprendizaje centrado en la enseñanza, a un aprendizaje centrado en el alumno; en la conformación de sociedades de conocimientos, más que de la producción. De ésta manera, las acciones necesarias a realizar son; la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza; rediseño de modelos académicos, ajustándolos a los requerimientos internacionales; desarrollo de materiales académicos atractivos a los estudiantes en los distintos niveles educativos; modernización de las aulas de clase, para hacerlas un lugar reconfortante para docentes y alumnos; uso de colores y música para facilitar la asimilación de conocimientos.

Un aspecto de suma importancia para la modernización e innovación de los ambientes de aprendizaje es incorporar el uso de nuevas tecnologías de la comunicación, las cuales pueden fungir como entornos integrales en los que se pueden crear condiciones para que el alumno sea capaz de adquirir nuevos conocimientos y de igual manera, le permita comunicarse en distintos contextos con compañeros y docentes, todo esto con la finalidad de propiciar un aprendizaje colaborativo.

Para el correcto desarrollo de nuevas estrategias, se debe contar con un plan de acción claro y preciso, no se trata de innovar por innovar para llegar al mismo punto. La propuesta es partir de programas académicos, analizarlos y decidir los aspectos que es importante conservar, descartando los que sean innecesarios hoy en día. Asimismo, se debe instruir y tomar la importancia merecida a los docentes, ya que por muchos años se ha considerado a los arquitectos que desarrollan los edificios de aulas como los creadores del ambiente de aprendizaje y a los docentes como personas que disponían de los ambientes de aprendizaje ya creados para poder impartir sus clases, sin embargo, este paradigma debe dejarse atrás, en la sociedad moderna, el entorno dispuesto por el profesor tiene una influencia activa y penetrante en las vidas de los niños, por ende, influye directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje y forma parte del ambiente de aprendizaje no tangible.

El ambiente de aprendizaje se compone de dos elementos principales, el desarrollo arquitectónico de las aulas y el ambiente dispuesto en las mismas, estos dos elementos en conjunto conforman un ambiente tangible y no tangible en los se lleva a cabo el aprendizaje. Ambos son esenciales e influyen directamente la forma en la que los alumnos adquieren conocimiento. La instalación arquitectónica representa el lugar en el que se llevan a cabo las interacciones sociales presentes en el proceso de enseñanza, esta misma, incluye también las características de iluminación, color, temperatura y música (en algunos casos) adecuados para los alumnos en los distintos niveles educativos. El ambiente dispuesto representa todo aquello que tiene que ver con las relaciones personales y la capacidad que tiene el docente para mantener un ambiente de respeto, confianza y control entre los alumnos. El docente debe ser capaz de controlar cualquier aspecto que pueda salirse de control, pero sin llegar a ser agresivo con los estudiantes. Una actitud opresiva por parte del docente propiciará un ambiente de miedo y estrés, con lo cual, el proceso de enseñanza se verá dificultado. De igual manera, un ambiente excesivamente pacífico propiciará un ambiente lleno de bromas y juegos entre los alumnos e igualmente, el proceso de enseñanza se complicará. La manera correcta de evitar estos

problemas es capacitar a los docentes para que sepan de qué manera deben actuar ante situaciones que pudiesen salirse de control.

En conclusión, el diseño de ambientes de aprendizaje debe considerar los programas académicos de cada escuela en particular y de igual manera, debe incluir una estrategia para los docentes, auxiliándose de herramientas auditivas y visuales que, si bien son intangibles, poseen un alto valor cualitativo prescindiendo de las condiciones físicas estructurales a las que el profesor puede o no llegar a tener por causas ajenas a él, concentrando el aprendizaje en el ambiente generado por sus métodos y estrategias.

## Referencias

- Aguilar, F. (2006). La musicoterapia como instrumento favorecedor de la plasticidad, el aprendizaje y la reorganización neurológica. *Revista Plasticidad y Restauración Neurobiológica*. Vol. 5, No. 1, 85-97.
- Benenzon, R. (1995) *Manual de musicoterapia*. Barcelona, Paidós
- Braidot, P. (2014). *Neuromanagement: La revolución neurocientífica en las organizaciones, del management al neuromanagement*. Argentina: Ediciones Granica.
- Cabero, Julio. (1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Revista electrónica de tecnología educativa*. Palma de Mallorca, España. Num.1 febrero. 10p.
- Feldman, R.S. (2005). *Psicología: con aplicaciones en países de habla hispana*. (Sexta Edición) México: McGrawHill.
- Gutiérrez de Tena (2010). Ambientes de aprendizaje en el aula. *Revista de la educación Extremadura*. Sindicato ANPE Extremadura. Mérida, España.
- Hetland, L. (2002). Listening to Music Enhances Spatial-Temporal Reasoning: Evidence for the “Mozart Effect. En *Critical Links: Learning in the Arts and Student Academic and Social Development* (pp. 116-117). Washington: Arts Education Partnership.
- Ocampo, Tapia, Espinosa y Rubio (2005). *Creación de Ambientes de Aprendizaje*. Instituto Hidalguense de Educación. Hidalgo.
- Pérez Serrano Gloria “Investigación Cualitativa. Retos e interrogantes”, I Métodos, Ed. La Muralla, S. A. Madrid España, 1994.
- Rendón, M. (2009). Creativity and brain: neurological bases of creativity. *Revista Aula*, 15, 117-135.
- Viveros-Acosta, P. (s.f). *Ambientes de aprendizaje: Una opción para mejorar la calidad de la educación*. Universidad Euro Hispanoamericana.

# INSERCIÓN DE EGRESADOS EN EL MERCADO LABORAL DE ACUERDO A LA OPINIÓN DE EMPLEADORES PARA LA FCCA DE LA UMSNH

Dra. Jaqueline Toscano Galeana<sup>1</sup>, Dr. Salvador Antelmo Casanova Valencia<sup>2</sup> y Mtra. Argelia Calderón Gutiérrez<sup>3</sup>

## Resumen

La presente investigación es el seguimiento de egresados en la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (FCCA), basada en la opinión de los empleadores, hasta antes de este trabajo sólo se habían realizado encuestas de opinión de los egresados de las tres licenciaturas que ofrece la FCCA; Contaduría, Administración e Informática Administrativa. En esta ocasión se integra la opinión de los empleadores de los egresados, su opinión es respecto a su formación académica, desarrollo en el mercado laboral e impacto profesional. Para la FCCA es de vital importancia conocer el desempeño de sus egresados en el mercado de laboral, se obtiene directamente de los empleadores respecto a los egresados, con la finalidad de mejorar la calidad educativa de sus servicios. En ese sentido su objetivo es conocer la opinión de los empleadores sobre los egresados, respecto al desempeño profesional y laboral de los mismos, así como el desempeño laboral aplicando los conocimientos obtenidos de los planes, programas de estudio y contenidos curriculares, como las demandas de servicios de vinculación, actualización profesional y educación continua, desde la opinión de los empleadores sobre los egresados de la FCCA.

**Palabras Claves:** Seguimiento de egresados, empleadores, evaluación curricular, mercado laboral.

## Introducción

Los estudios de opinión de empleadores sobre el desempeño profesional y laboral de los egresados ofrecen información valiosa para apoyar la acreditación y la actualización permanente de los planes y programas de estudio, en razón de las demandas de la sociedad y los factores que promueven el desarrollo nacional. Los avances del conocimiento, los cambios tecnológicos han generado un cambio en los egresados y las empresas. La tendencia actual del aparato productivo se caracteriza por la flexibilidad y la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios, adecuando su producción o servicios a demandas, mercados y nuevas tecnologías. (Rosal, 1997).

Es importante analizar que las Instituciones de Educación Superior (IES), para atender la demanda del sistema productivo, centraron su atención en los niveles ocupacionales que articula la estructura laboral y su correspondiente calificación laboral, lo que llegó a convertirse en un referente para la creación de nuevos programas académicos y modalidades de la educación superior. (Estrella, Ponce, 2004) Sin embargo, analizando las formas de cómo la educación superior ha respondido a las demandas cambiantes del mercado de trabajo, nos lleva a considerar, en primer término, los objetivos y la función social y educativa que han estado presentes en las instituciones de educación superior (Ruiz, 1996).

La formación profesional debe incidir sobre la empleabilidad y el empleo, buscando ofertar la capacidad y el entrenamiento que se necesita, para lograr una mayor y mejor ubicación de los profesionistas en el mercado laboral (Rosal, 1997).

Se ha reconocido la trascendencia de consolidar la vinculación con los egresados, a través de la organización, coordinación y programas académicos que permitan apoyar su actualización, desempeño profesional e inserción en el contexto socioeconómico tanto en el ámbito nacional como internacional, y, con los empleadores

---

<sup>1</sup> Dra. Jaqueline Toscano Galeana es Profesor de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, UMSNH. [jaquelinetoscano@gmail.com](mailto:jaquelinetoscano@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Salvador Antelmo Casanova Valencia es Profesor de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, UMSNH. [Casanova@umich.com](mailto:Casanova@umich.com)

<sup>3</sup> Mtra. Argelia Calderón Gutiérrez es Profesor de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, UMSNH. [argeliacg@gmail.com](mailto:argeliacg@gmail.com)

incrementar la vinculación para conocer sus demandas en cuanto a actualización y competencias necesarias para mejorar la empleabilidad de nuestros egresados. (Estrella, Ponce, 2004)

En ese sentido la facultad de contaduría y ciencias administrativas FCCA ha realizado pocos estudios de seguimiento de egresados para ver su inserción al mercado laboral, considerando que con la información obtenida de la aplicación de encuestas a empleadores se contribuya a mantener la pertinencia de los planes y programas de estudio. Según, Vargas (2003) la educación superior no responde a las demandas de los empleadores, ya que antes era prioridad la exigencia del conocimiento y ahora se busca mayor énfasis en un perfil de aptitudes y de empleabilidad. A través de los años, las empresas han realizado esfuerzos para mantener niveles de calidad que los sostengan en el mercado, desarrollándose a través de etapas como el control de calidad o calidad total, hasta llegar a lo que algunos autores denominan gestión para la excelencia (Ferreiro, 2001).

La FCCA cuenta con una matrícula de más de 5,500 alumnos es un esfuerzo grande, de ahí la importancia de estos estudios que permite a la FCCA tener información confiable y precisa que le permita tomar acciones para mejorar en el aspecto académico y conocer el desempeño de los egresados en el mercado laboral. Sin duda ésta investigación fortalece el compromiso de la institución con la sociedad, mejorando la calidad educativa desde la perspectiva de los empleadores de sus egresados a manera de retroalimentación.

### **Descripción**

El mundo laboral actual exige mayor preparación académica, por lo que las IES, tienen un compromiso de egresar profesionistas de calidad y los empleadores opinar y vincular con las IES de lo que exige el mercado laboral, es un compromiso de las IES satisfacer las necesidades de los empleadores en el desarrollo científico académico y tecnológico.

En ese tenor la FCCA debe de conocer la inserción de los egresados de las Licenciaturas de Contaduría, Administración e Informática Administrativa en el mercado laboral. Con ello conocerá los requerimientos, asimismo, este análisis permite a la FCCA tener información confiable y precisa que le permita tomar acciones en la mejora continua en el aspecto académicos y conocer el impacto en el desempeño profesional de los egresados en el mercado laboral, para mejorar la evaluación de los contenidos curriculares. El objetivo es conocer la opinión de los empleadores de egresados de las licenciaturas de la FCCA, respecto al desempeño profesional y laboral, así como su desempeño laboral en donde aplica los conocimientos basados en los contenidos curriculares, programas y planes de estudio.

¿Cuál es la opinión de los empleadores de egresados de las Licenciaturas de la FCCA, respecto al desempeño profesional y laboral, así como su desempeño laboral en donde aplica los conocimientos basados en los contenidos curriculares, programas y planes de estudio?

En ese sentido, la globalización, la sociedad del conocimiento y de la información, así como los cambios científicos y tecnológicos han modificado sustancialmente el mundo laboral. Hoy en día la creación de riqueza depende directamente de la aplicación del conocimiento especializado en el trabajo, lo cual coloca a las diferentes instituciones de educación superior en el reto de modificar sus estructuras, procesos y formas de organizar el trabajo académico en función de las necesidades que se derivan de ese nuevo ordenamiento de la producción del conocimiento.

En este contexto, la FCCA ha canalizado el mayor número de esfuerzos para lograr que sus egresados sean capaces de combinar la teoría y la práctica y que contribuyan al desarrollo sustentable de la nación. Con el estudio se podrán elaborar programas y políticas para revisar y actualizar los planes y programas de estudio. Además de la operación de programas institucionales para el mejoramiento de la calidad de la docencia y la capacitación del personal académico. Es importante estrechar la vinculación con las empresas e instituciones públicas y privadas de IES, para identificar las demandas actuales de la sociedad y los factores que promuevan el desarrollo nacional, así los egresados puedan enfrentar las exigencias que plantean el mercado laboral y la innovación tecnológica.

Las Instituciones de Educación Superior, se encuentran en la búsqueda de la opinión de los empleadores con respecto a la formación del estudiante. El desempeño de los egresados en el ámbito laboral se ve directamente afectado por la formación que éstos reciben a lo largo de su vida académica. Por lo tanto, los estudios de egresados se convierten en una herramienta necesaria para recabar información básica en la toma de decisiones y en la

planeación de una institución educativa. En este rubro se encuentran los estudios de trayectoria académica, valoración y de mercado laboral.

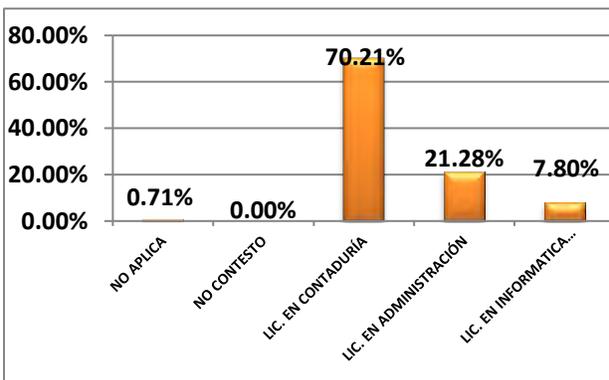
En los estudios del mercado laboral de los profesionistas se analiza la relación entre el mercado de trabajo y la IES, ya que éstas actúan como intermediarias catalizadoras de las necesidades de demandantes y oferentes de oportunidades laborales a nivel profesional. Estos estudios permiten conocer aspectos tales como la aceptación de los profesionistas de cada una de la IES en el mercado laboral, las áreas de conocimiento a nivel profesional con mayor demanda, las características más valoradas por las empresas, las relaciones utilizadas para la contratación de los profesionistas, entre otras. Es de gran importancia conocer el desempeño de sus egresados en el mercado de trabajo, esta información se obtiene directamente de los empleadores de egresados de la institución. Con este estudio se busca generar información que contribuya a mejorar la pertinencia de los planes de estudio de los Programas Educativos, además de construir mejores condiciones para la inserción laboral de sus egresados, proporcionando: conocimientos, habilidades y destrezas, formando valores y demás herramientas que permitan impactar positivamente en el mercado laboral.

La investigación se realizó en base al método cualitativo y cuantitativo, mismo que permitió obtener la información con la finalidad de analizar y obtener la opinión de los empleadores respecto a la preparación académica de los egresados de la FCCA de la UMSNH. Los resultados servirán de base para la FCCA como para los mismos empleadores que deseen realizar vinculación con las IES fortaleciéndose en la calidad del egresado. Se tomaron como muestra 141 empresas de las cuales 26 son públicas; de servicio, educativas, turismo e instituciones financieras; las 115 restantes son empresas privadas; de servicio, comerciales e industriales, tomadas de un total de 27,014 empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM), de la Ciudad de Morelia Michoacán, realizadas en su mayoría por vía telefónica. En un periodo de tres meses del 15 de septiembre al 15 de diciembre de 2013.

### Análisis y discusión de resultados

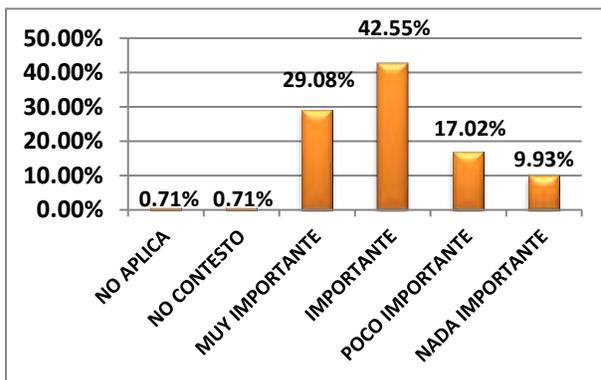
En el presente informe se muestra por medio de gráficas la opinión de los empleadores de la Cd. de Morelia, Michoacán con un total de 141 encuestas para empleadores, los resultados que arrojaron en las encuestas son los siguientes:

Gráfica 1. Carrera más importante para las empresas



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 2. Tener título



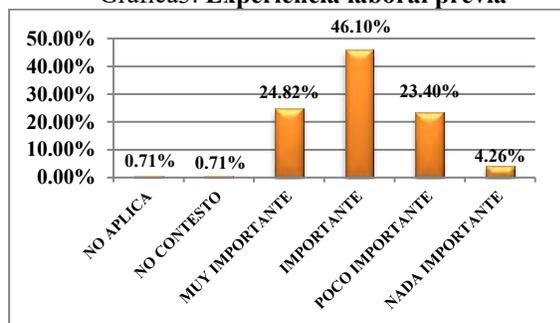
Fuente: Elaboración Propia.

De un total de 141 empleadores encuestados consideran que la carrera más importante para su empresa es la Licenciatura en Contaduría, mientras que el 0.71% de los empleadores no contestó la encuesta. Ver grafica 1. En ese tenor se tienen aspectos valorados en el proceso de selección para las empresas, así como su influencia dentro de la misma.

Los empleadores encuestados opinan la importancia de tener un título que los respalde y avale el conocimiento adquirido en la FCCA, mientras que para el 0.71% de los empleadores no aplica ya que no realizan proceso de selección. Ver gráfica 2

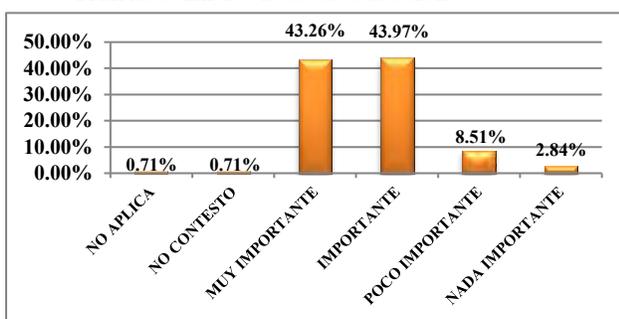
Los empleadores encuestados consideran en el proceso de selección, al rubro de la edad del egresado como un elemento importante, de los cuales contestaron el 55.32%, mientras que para el 1.42% de los empleadores no aplica ya que no realizan proceso de selección y el 43.27% no es importante. Para el empleador el 80.15% no le da importancia al sexo del egresado permitiendo oportunidad de ser mientras que para el 0.71% de los empleadores no aplica ya que no realizan proceso de selección, como se observa el 18.44% si le da importancia al sexo del egresado. También opinaron en el estado civil del egresado que es poco importante con un 43.97%, permite la oportunidad de empleo a todo tipo de egresado como madres o padres solteros, solteros, (as), etc., sin embargo el 19.86% considera importante, mientras que para el 0.71% de los empleadores no aplica ya que no realizan proceso de selección. Así mismo, consideran que en el proceso de selección, el ser pasante de licenciatura es muy importante con un 63.13%, quiere decir que les dan oportunidad desempeñarse siendo pasantes, pero es importante el título para puestos de mejor nivel, mientras que para el 0.71% de los empleadores no aplica ya que no realizan proceso de selección.

Gráfica3. Experiencia laboral previa



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 4. Entrevistas de selección



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica 3, los empleadores encuestados opinan la importancia de la experiencia laboral de los egresados, ratificando con ello la necesidad de sus prácticas profesionales exigidas por la FCCA que equivale a dos años y eso contará como experiencia laboral que exige el mercado laboral como mínimo, mientras que para el 0.71% de los empleadores no aplica, ya que no realizan proceso de selección.

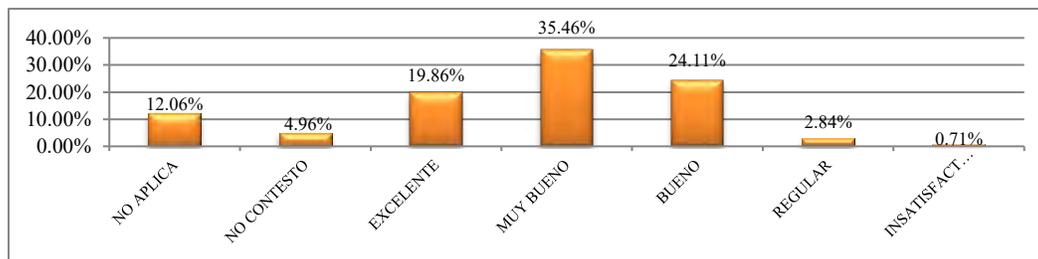
En las entrevistas de selección los empleadores encuestados opinaron que en el proceso de selección, las entrevistas son importantes, mientras que para el 0.71% de los empleadores no aplica ya que no realizan proceso de selección, ver gráfica 4

Del total de empleadores encuestados el 88.65% tienen en su empresa laborando profesionistas egresados de la FCCA, mientras que un 11.35% no tienen en su empresa laborando egresados de la FCCA, esto es porque son empresas pequeñas, familiares o el giro de la empresa exige nivel de preparatoria.

¿Cómo evalúa el desempeño laboral de los egresados de la FCCA?

La finalidad de esta pregunta es conocer desde el punto de vista de los empleadores del estado de Michoacán, localidad Morelia, como se desempeñan laboralmente los Licenciados en Contaduría, los Licenciados en Administración y los Licenciados en Informática Administrativa egresados de la FCCA de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

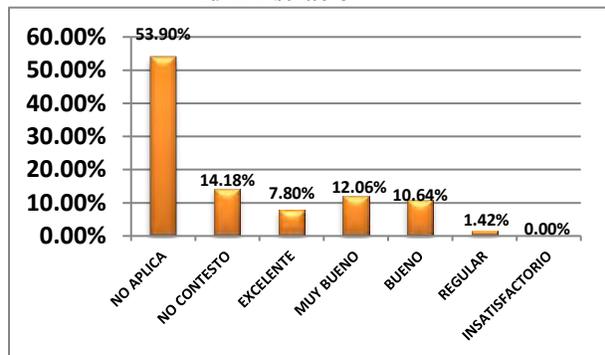
Gráfica 5. Evaluación de los Licenciados en Contaduría



Fuente: Elaboración Propia.

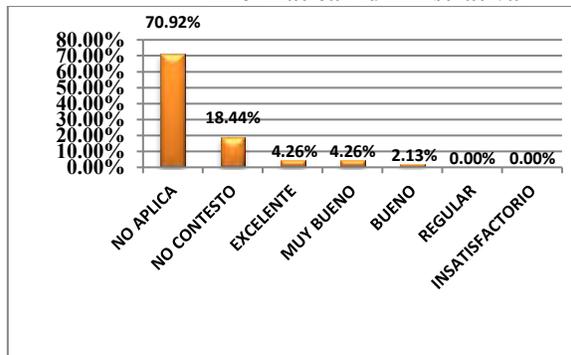
Del total de empleadores encuestados opinan que el desempeño laboral de los Lic. En Contaduría es muy bueno, mientras que para el 4.96% de los empleadores no contesto, y para el 12.06% de los empleadores no aplica, quiere decir que su giro no necesita Licenciados en Contaduría por el momento. Ver gráfica 5

Gráfica 6. Evaluación de los Licenciados en Administración



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 7. Evaluación de los Licenciados en Informática Administrativa



Fuente: Elaboración Propia.

En la grafica 6, del total de empleadores encuestados el mayor porcentaje no aplica, por no tener necesidad de contratar Licenciados en Administración en su empresa por el giro. Sin embargo el 14.18% de los empleadores no contesto. También opinaron que el desempeño laboral del Lic. En Informática Administrativa no aplica por el giro de la empresa, no requieren de Informáticos Administrativos, pero los pocos que si tienen son egresados de la FCCA y están satisfechos con su desempeño. Ver gráfica 7

Del total de empleadores encuestados el mayor porcentaje es 53.90% , opina que no contratará egresados de la FCCA, el motivo es porque tendría que pagar mayor salario a un trabajador con licenciatura que a jóvenes con preparación menor preparatorianos, y con ello reduce gastos, y el 41.84% tiene previsto contratar a mediano plazo egresados de la FCCA mientras que el 4.26% no contestó. Respecto al servicio social los empleadores opinaron, el 60.99% que sí necesitan en el transcurso del año alumnos de servicio social y el 34.75% no los necesita. Tomando en consideración que el servicio social no es permitido darlo en empresas privadas, solo en empresas públicas y el 4.26% no contesto.

¿Existe algún problema de vinculación o convenio entre su empresa y la FCCA?

De los empleadores encuestados, el 7.09 % dice tener problemas de convenio con la FCCA, es un porcentaje menor, sin embargo el 89.36% no tiene problemas de vinculación o convenio, esto refleja, que la institución no ha trabajado, donde se vean beneficiadas ambas partes, es una debilidad que se tendría que cubrir y el 3.55% de los empleadores no contestó.

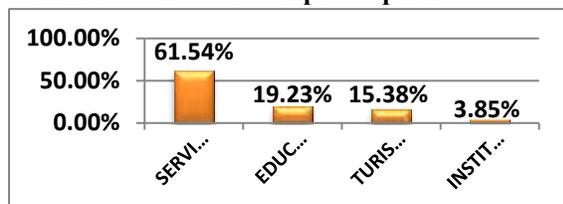
Del total de empleadores encuestados contestaron el 46.10% que si estarían dispuestos a desarrollar algún proyecto en conjunto con la UMSNH, y el 30.50% no está de acuerdo y el 23.40% de los empleadores no contestó. Así mismo, los empleadores encuestados contestaron en un 45.39% que si están satisfechos con los conocimientos que les fueron impartidos en la FCCA y para el 41.84% de los empleadores no aplica, por desconocer el desempeño de los egresados por el tamaño y giro de la empresa, así mismo el 12.77% no está satisfecho.

De un total de 141 empresas encuestadas el 81.56% pertenecen al sector privado y el 18.44% al sector público.

Como se observa, de un total de 26 empresas públicas encuestadas el 61.54% de las empresas se dedican a la prestación de servicios, el 19.23% de las empresas se dedican al sector educativo, el 15.38% de las empresas se dedican al sector turismo, mientras que el 3.85% son instituciones financieras. Ver gráfica 8

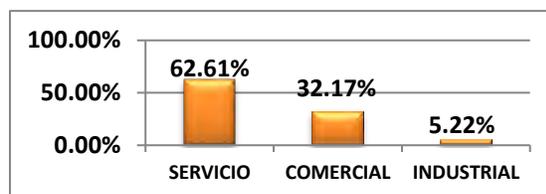
De un total de 115 empresas privadas encuestadas el 62.61% de las empresas se dedican a la prestación de servicios, el 32.17% de las empresas se dedican al sector comercial, mientras que el 5.22% se dedican al sector industrial. Ver gráfica 9

Gráfica 8. Giro de las empresas públicas



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 9. Giro de las empresas privadas



Fuente: Elaboración Propia.

### Conclusiones

La opinión de los empleadores se convierte en un elemento importante que permite ver el impacto de los egresados de la FCCA que tienen en el mercado laboral, haciendo uso de sus conocimientos, habilidades, aptitudes y destrezas para su desempeño profesional de acuerdo a las exigencias de los empleadores y sobre todo cumplir con el compromiso que tiene el egresado ante la sociedad.

A manera de conclusión se tiene la mayoría de las empresas son pequeñas y medianas, por lo que se obtuvo como resultado que son pocas las oportunidades de que un joven con nivel licenciatura no fácilmente es contratado por pequeñas empresas, pero los que tienen esa oportunidad los empleadores se sienten satisfechos y reconocen su preparación y esfuerzo del egresado, cabe mencionar que los empleadores prefieren al egresado de la Licenciatura de Contaduría en mayor porcentaje por tener mayor demanda laboral. También se detectó que falta trabajo en la vinculación, aceptando que las condiciones políticas y económicas del país y de la ciudad son críticas, sin embargo. Aceptan los empleadores en estar retroalimentándose con la institución, para que haya más participación de los egresados y ambos establezcan mecanismos que permitan lograr una mayor oferta educativa para un mejor mercado laboral por medio de la vinculación.

Por último los empleadores requieren egresados que sean nobles y humildes para adquirir nuevos conocimientos y adaptarse a nuevas formas de trabajo utilizando las tecnologías actuales, con decisión, solucionar problemas y tomar de decisiones.

### Referencias Bibliográficas

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Esquema básico para estudios de egresados en educación superior. Propuesta. México, D.F.
- Estrella, Gabriel; Ponce, María Teresa. (2004). Impacto Laboral de Egresados Universitarios y opinión de empleadores. Consultado 25 mayo 2014.  
<http://www.uabc.mx/planeacion/reportesdeestudios2004/reporteempleadores.pdf>.
- Ferreiro, P. O. (2001). Discusión de las ideas de gestión de la calidad en la empresa en su aplicación a universidades. Memoria. Ponencia presentada en el Congreso Convergente IESM/IESLA. Veracruz, México.
- Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM). (2014). Consultado 29 mayo 2014.  
[www.siem.gob.mx/siem/portal/consultas/respuesta.asp?language=0&captcha=1](http://www.siem.gob.mx/siem/portal/consultas/respuesta.asp?language=0&captcha=1)
- Rosal G. M. H (1997) La formación profesional como puente para el empleo y la inserción laboral de los jóvenes. OIT. El Salvador (pp 1-18).
- Ruiz L. E. (1996). Expansión y diferenciación institucional en la educación superior tecnológica en México: Nuevas tendencias y retos en la formación de recursos humanos para la producción. Revista Perfiles Educativos Núm. 71. CESU-UNAM. México (pp. 1-13) consulta electrónica: <http://www.cesu.unam>
- Vargas, L. M.R. (2003). La educación superior no responde a las demandas de los empleadores. UPAEP. Consultado 2 abril 2014.  
[www.Universia.net.mx](http://www.Universia.net.mx)

# Implementación de ergonomía y seguridad industrial en el área de producción

Tovar Escamilla Valeria<sup>1</sup>, Lara Salomón Selene Lizbeth<sup>2</sup>, Pérez Medrano Elizabeth Montserrat<sup>3</sup> y Ruiz Caracheo Daniel<sup>4</sup>

**Resumen**— Se implementará un dispositivo ergonómico para el transporte de cajas en el área de producción y un equipo de seguridad para los trabajadores expuestos a las altas temperaturas en el área de freído. Se usará como referencia la identificación y selección del equipo de protección personal de la NOM-017-STPS-2008; por otra parte, se tomarán en cuenta trabajos ergonómicos previos. Se cotizarán los mejores materiales y equipo de bajo precio que cumplan con las características requeridas. Se espera la disminución de accidentes laborales en un 20%, mejorando la productividad y un ambiente de trabajo seguro.

**Palabras clave**— seguridad, norma, ergonomía, dispositivo, protección.

## Introducción

El presente proyecto surge ante el deseo y la necesidad de renovar un centro de trabajo del ramo alimenticio, dándole una mejora para el beneficio de los trabajadores para que se sientan seguros dentro de su área; se pretende que el ambiente laboral de esta empresa sea el óptimo, para tener un mejor desempeño en sus actividades diarias del personal. La ergonomía trata de alcanzar el mayor equilibrio posible entre las necesidades/posibilidades del usuario y las prestaciones/requerimientos de los productos y servicios (Montelo,2000).

La necesidad de seguridad es primaria en cualquier sistema de trabajo que se quiera desarrollar; el conocimiento que tengan los trabajadores sobre los riesgos producidos por las condiciones laborales es un factor determinante, por lo que se hace necesario, aunque cabe destacar que todo accidente es una combinación de riesgo físico y error humano (Verdugo, 2013). Si bien, no es posible eliminar por completo el riesgo que se encuentra al interior de un centro de trabajo, pero es posible reducir la probabilidad de que éste ocurra.

A partir de la ergonomía los empleados pueden hacer su trabajo de la mejor manera posible evitando la fatiga y facilitando las actividades de trabajo, es decir, se adapta el trabajo al hombre. Por lo general, se pide al diseñador industrial que las herramientas a aplicar consten de funcionalidad, comodidad y menos efectos estresantes en la manipulación de objetos (Rivas, 2007). La ergonomía es la herramienta que permite acceder a la diversidad de interacciones que se dan entre los componentes del sistema productivo como la tecnología, la organización y los individuos; es importante considerar que esta interacción se da no solo a nivel físico, sino también cognitivo (Castillo, 2010).

Existen relativamente pocas evidencias epidemiológicas que demuestren que la carga muscular es nociva para la salud. Sin embargo, los estudios fisiológicos y ergonómicos sobre el trabajo indican que la sobrecarga muscular se traduce en fatiga (es decir, en una reducción de la capacidad de trabajo) y puede reducir también la productividad y la calidad del trabajo. La prevención de la sobrecarga muscular puede estar dirigida al contenido del trabajo, al entorno laboral o al trabajador. La carga puede ajustarse mediante medios técnicos centrados en el entorno laboral, en las herramientas o en los métodos de trabajo. (Lauring, 2012)

---

<sup>1</sup> Tovar Escamilla Valeria es estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Celaya, Guanajuato, México [13030755@itcelaya.edu.mx](mailto:13030755@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> Lara Salomón Selene Lizbeth es estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Celaya, Guanajuato, México [13030775@itcelaya.edu.mx](mailto:13030775@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Pérez Medrano Elizabeth Montserrat es estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Celaya, Guanajuato, México [13030805@itcelaya.edu.mx](mailto:13030805@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Ing. Ruiz Caracheo Daniel es un profesor del departamento de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México Campus Celaya, Guanajuato, México [daniel.ruiz@itcelaya.edu.mx](mailto:daniel.ruiz@itcelaya.edu.mx)

Departamento de Ingeniería industrial campus 2 Av. García Cubas #1200 col. Fovissste. Celaya, Guanajuato.

La finalidad de este trabajo es desarrollar e implementar herramientas que sean benéficas para la empresa tanto en el aspecto económico como en el laboral, apoyadas y sustentadas en dos aspectos: ergonomía y seguridad industrial.

### Descripción del Método

Para desarrollar el proyecto e implementar la herramienta ergonómica y de seguridad, se optó por designar las etapas que se presentan en el cuadro 1.

Operación	Identificación del problema	Recolección de datos	Análisis del problema	Planteamiento de la hipótesis	Establecimiento de objetivo general y específico	Establecer metas asociadas a los objetivos	Definir alcances y limitaciones	Establecer materiales, equipo e infraestructura	Aplicar herramienta ergonómica
Simbología									
Descripción	Se identificaron los problemas que se encontraban en las diferentes áreas de trabajo donde se pudo observar las áreas de riesgo y de oportunidad para mejorar.	Preguntando a los trabajadores y observando la jornada laboral se pudo determinar los datos para analizar posteriormente la situación.	Se decidió combatir el problema con las herramientas que fueron la ergonómica y la de seguridad.	Se tomó como hipótesis que al implementar las herramientas se reducirían los incidentes laborales y la productividad aumentaría.	El objetivo es reducir los incidentes laborales y aumentar la productividad para que disminuya las pérdidas, resultado de los incidentes laborales.	Tomando en cuentas los objetivos se establecieron metas para aumentar la productividad en un 15% y disminuir los accidentes laborales en un 20%	La empresa, al ser una PYME, no cuenta con un respaldo económico para la compra del equipo de seguridad para todos los empleados.	Después de investigar y tomando en cuenta la NOM-017-STPS-2006 se sacaron los mejores materiales a un bajo costo, pero de alta calidad que fueran los adecuados para el centro de trabajo.	Se espera que los trabajadores al contar con su equipo de seguridad y herramienta ergonómica, trabajen con una mayor confianza y por lo tanto sean más productivos y los incidentes disminuyan.

Cuadro 1. Método del proyecto

Las actividades en donde se registraron problemas fue en el área de freído y deshidratación de la tortilla mostradas en la figura 1.



a)



b)

Figura 3. Área de producción de tostadas. (a) Área de deshidratación (b) Área de freído

Dentro de estas áreas hay actividades que involucran riesgo físico para el operario, pues en muchas ocasiones sufren quemaduras con aceite y la plancha de deshidratación a falta de un equipo de protección y seguridad, lo que provoca molestias y quejas a la alta dirección, ausencia de los trabajadores por varios días y a su vez, atraso en la producción debido a la pérdida de este personal. Dentro del área de deshidratación, se tienen que trasladar cajas con tostadas para ser freídas antes de su empaquetado, sin embargo, dicho traslado se hace de manera incorrecta, estibando las cajas y arrastrándolas por el piso, provocando que éstas se caigan y se pierda el producto.

Para el desarrollo e implementación del proyecto se contemplan aproximadamente 8 meses, como se muestra en el cuadro 2.

Actividad	Feb	Mar	Abr	May	Ago	Sep	Oct	Nov
*Visita a los Maizales *Planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, metas, alcances y limitaciones del proyecto.								
*Búsqueda de información correspondiente *Estudio de la NOM-017-STPS-2008 *Búsqueda de información ergonómica								
*Verificar los materiales disponibles y equipo necesario para la implementación de los dos tipos de herramientas.								
*Presentación de la primera etapa del proyecto.								
*Búsqueda y obtención de los mandiles con el material adecuado para el área de plancha y freído, además de las mangas protectoras. * Comenzar a aplicar éste método de calidad.								
*Diseño de la herramienta ergonómico								
*Elaboración de la herramienta ergonómica y equipo de protección								
*Implementación de las herramientas								

Cuadro 2. Diagrama de actividades del proyecto para 2016

Tomando como base la NOM-017-STPS-2008, cuyo objetivo es establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud, se podrá seleccionar el equipo de protección personal para la región anatómica del cuerpo expuesta y la protección que se requiere dar. El cuadro 3, relaciona las regiones anatómicas del cuerpo humano con el equipo de protección personal, así como los tipos de riesgo a cubrir.

Región anatómica	Equipo de protección personal	Tipo de riesgo en función a la actividad del trabajador	Imagen
<b>Extremidades superiores</b>	Guantes contra temperaturas extremas y mangas para extender protección.	Riesgo por exposición a temperaturas bajas o altas; hay una gran variedad de guantes como los de tela, carnaza, piel, PVC, látex, etc., dependiendo del tipo de protección que se requiere.	
<b>Tronco</b>	Mandil contra altas temperaturas.	Riesgo por exposición a altas temperaturas; cuando se puede tener contacto del cuerpo con algo que esté a alta temperature	

Cuadro 3. Diagrama de actividades del proyecto para 2016

Todos los elementos de trabajo ergonómicos se diseñan teniendo en cuenta quiénes van a utilizarlos, lo mismo debe ocurrir con la organización de la empresa: es necesario diseñarla en función de las características y las necesidades de las personas que las integran.

En el cuadro 4, se muestran las características del dispositivo ergonómico que se pretende implementar, así como del equipo de seguridad para los operarios en el área de deshidratación y freído.

Implementación de equipo de seguridad	Implementación de dispositivo ergonómico
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Guantes Kevlar, rayón aluminizado y Nomex.</li> <li>▪ Manga de vinil o tela laminada.</li> <li>▪ Mandil contra altas temperaturas, confeccionado con fibra de vidrio aluminizado con forro aramida y correas de amarre de carnaza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Carretilla de plataforma baja echa de madera, con sellador, con ruedas de al menos 13 centímetros de diámetro. Manivela o mango vertical con una altura de 91 a 100 cm y una separación de 45 cm.</li> </ul>

Cuadro 4. Diagrama de actividades del proyecto para 2016

### Comentarios Finales

El equipo de seguridad será probado para observar la durabilidad del material y notificar a la alta dirección el tiempo en que deberá renovar la protección a sus empleados; se compararán cantidades de accidentes reportados antes de iniciar la implementación del proyecto y después de ésta. De igual manera, el dispositivo ergonómico se pondrá a prueba unos meses para obtener resultados y analizar si es o no factible la implementación de la herramienta.

### Resumen de resultados

Se espera que con la etapa de implementación del proyecto se puedan alcanzar las metas y objetivos planteados para aumentar la productividad y evitar las pérdidas de producto debido a la falta de un dispositivo de transporte ergonómico; además, se pretende darles un ambiente más seguro a los trabajadores dentro de sus áreas de trabajo, evitando accidentes, falta de personal debido a éstos y gastos de atención médica.

### Conclusiones

Al no haberse implementado aún las herramientas debido a las etapas con las que se cuentan en el proyecto no se puede tener conclusiones finales sobre el proyecto, pero se espera que resulte ser un éxito y cumplir las metas. La mayor intención es evitar pérdidas en la producción debido a actividades riesgosas que se pueden prevenir y por ende, generar mayores ganancias. Con la implementación del equipo de seguridad a los trabajadores se ahorrarán gastos por atención médica cuando se generen accidentes; se pretende que la inversión inicial para las herramientas sea menor al costo que les generaría estar solventando gastos por dichos accidentes y pérdidas en la producción.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían adaptar las herramientas propuestas a la situación de las empresas donde se presenten situaciones similares para intentar llegar a los resultados esperados en el proyecto, al tener cada empresa necesidades y problemas diferentes se debe analizar la raíz de la problemática para dar una solución más acertada a la problemática.

### Referencias

- Castillo, J. (2010). Ergonomía: fundamentos para el desarrollo de soluciones ergonómicas. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario. Pág. 21 – 22.
- Ibarra, S. (2010). Implementación de la Herramienta de Calidad de las 5 “s” en la empresa “Confecciones Ruvinni” ubicada en Zacualtipán, Hgo. Tesis de técnico superior universitario en Procesos de Producción. Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, México.
- Juárez, C. (2009). Propuesta para implementar metodología 5 S’s en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz norte IMSS. Tesis de maestría en Estadística e Informática. Universidad Veracruzana, México.
- Lauring, Vedder(2012). Enciclopedia de Salud y seguridad en el trabajo, Ergonomia y normalización, Madrid, España. Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Pág 30-35
- Pérez, F. (2004). Diseño de un programa orientado al uso de los equipos de protección personal aplicando técnicas del control de pérdidas, para evitar accidentes en la planta tapas de una empresa metalmeccánica. Tesis de facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de

- Carabobo, España. 5. Práctica, E. (2009). José Luis Melo. Buenos Aires: Fundación MAPFRE. Pág. 30 – 45. 6. Ramírez, C. (2005). Seguridad Industrial: un enfoque integral. México, D.F: Limusa. Pág. 11 – 41.
- Rey, R. (2007). La 5's: orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid, España: Fundación Confemetal. Pág. 17 – 35.
- Rivas, R. (2007). Ergonomía en el diseño y la producción industrial. Buenos Aires, Argentina: Nobuko. Pág. 16 – 17.
- Rodellar, A. (1988). Seguridad e higiene en el trabajo. Barcelona, España: Productica. Pág. 16.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo (versión electrónica). Recuperado el 8 de marzo de 2016 en <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf>
- Soto, B. (2012, Febrero). Principios del método de las 5 S. Recuperado de <http://www.gestion.org/rsc/30816/principios-del-metodo-de-las-5s/>

## Reducción de variación en el conteo por peso de casting para producción de pistones

Mariana Vanessa Tovar Hernandez<sup>1</sup>, Ma. Guadalupe Guerrero Derramadero<sup>2</sup>, y Manuel Darío Hernández Ripalda<sup>3</sup>

**Resumen**—Se realizó esta investigación con la finalidad de disminuir la cantidad de piezas enviadas y no recibidas en el paso de un área productiva a otra. El uso de herramientas de calidad facilita la identificación de sus causas. Principalmente, el registro de producción durante la jornada como cantidad de producción para venta, y el conteo por peso con deficientes prácticas y recursos en mal estado u obsoleto. Al eliminar el registro humano como indicador, se estudia el conteo por peso como causa raíz. Mediante gráficos de control Xbarra-R, se demostró que los datos de referencia para conteo son obsoletos, necesitando cambiar el método de conteo flexibilizándolo por modelo. Se concluyó, que es necesario cambiar la forma de trabajo, dar seguimiento al correcto uso del método e implementar estrategias que busquen la mejora continua y analizar a fondo el problema de variación en peso del pistón.

**Palabras clave:** Gráficos de control, conteo por peso, control de inventario, casting, pistón de aluminio.

**Introducción** La empresa donde se realizó el estudio se desarrolla en un medio ambiente dinámico, siempre en busca de mejores y más eficientes prácticas de manufactura, cuidado la calidad del producto y ofreciendo una flexibilidad a sus clientes para hacer cambios en sus pedidos. De ahí surge un área de oportunidad en el área de fundición, establecer prácticas en busca de la mejora del control del inventario de en proceso proveniente de esta área.

El control de inventarios es una de las actividades compleja (Aguilar, 2000). Su participación, planeación y ejecución implica la participación integral de varios segmentos de la organización de la producción. La falta de control de inventario puede repercutir hasta el punto de que se necesita reprogramar la producción para compensar lo faltante (García, 2016). Así mismo, este problema repercute en pérdidas por la producción no sincronizada y adaptación en la programación de producción de la empresa aun si el cliente es un proceso consecutivo.

El pistón es uno de los componentes internos de los vehículos automotores y de este depende el correcto funcionamiento del motor (Ltd, 2008). La calidad del producto es fundamental, por ello se debe de tener un control estricto de la calidad desde el diseño hasta el empaclado (Gutierrez & De La Vara, 2009). El primer proceso de transformación ocurre durante la fusión del aluminio con otros elementos para generar el aluminio ideal para el pistón. Luego de la fusión del aluminio, se da forma al *casting* por molde. Al ser fundición de vaciado en molde, en máquinas semi automáticas con vida productiva mayor a 10 años, se puede asumir que no tendrá la misma repetitividad que una nueva automática y generará un variabilidad natural en características de calidad tales como el peso de las piezas (Patiño, 2016); esto afecta de diversas formas los procesos siguientes como el conteo de inventario. Por esta razón, la capacidad de medir, entender y manejar la variabilidad es fundamental para la gestión de la fabricación y manejo del producto en proceso.

Los recursos humanos que estén en contacto directo con el producto, según la ISO 16469, influyen de manera directa en la calidad de este, por eso, es fundamental asegurar sus habilidades y así tener la certeza de que hacen uso de las buenas prácticas de manufactura. Se debe de facultar a los empleados para no solo hagan un buen uso del recurso de producción, si no, que también tengan la capacidad de recopilar datos, observar analíticamente sus estaciones, acepten la responsabilidad de buscar una mejora continua y tomen decisiones para mejorar el manejo de sus recursos productivos (Evans, 2008). No obstante, cargar de responsabilidades a los operadores no asegura el éxito del plan Lean que plantee el gerente de calidad, hasta que se toma en consideración equilibrar la carga mental de ellos. El departamento de mejora continua desarrolla una gran labor al implementar pequeñas acciones que ataquen los principales problemas de calidad de cada área.

Partiendo de este escenario y tomando en cuenta que no cambiará la condición actual de la maquinaria, este trabajo partirá de un análisis de varias perspectivas para abordar un problema latente: la pérdida de piezas. El trabajo brinda

<sup>1</sup> Mariana Vanessa Tovar Hernandez es estudiante de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya y actualmente colabora con la empresa Kolbenschmith de México en varios proyectos, mariana.tovar@mx.kspg.com.

<sup>2</sup> Ma. Guadalupe Guerrero Derramadero es estudiante de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya.

<sup>3</sup> M.C. Manuel Darío Hernández Ripalda, ha laborado como Master Black Belt y actualmente es profesor de maestría en ingeniería industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, dario.hernandez@itcelaya.edu.mx.

una opinión imparcial de la situación a partir de la observación del proceso y las observaciones del jefe de área y del líder de operaciones del proceso con todos sus factores. A partir de los estudios realizados, se cerrarán varias líneas de investigación para poder enfocarse en el problema que origina las pérdidas en inventario. Al concluir este trabajo se estará disminuyendo la variación en la conversión de kg de aluminio a piezas fundidas.

### Descripción del Método

El método de la investigación tuvo como base la metodología de Calidad DMAMC (Flores, 2012), la cual asegura el éxito de los proyectos si es seguida de manera correcta, dicho método se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Método de investigación. Autoría propia.

Mediante la observación del proceso se obtiene conocimiento sobre el proceso de fundición, moldeo, corte de mazarota, tratamiento térmico y conversión de unidades para envío a maquinado, anexo A, y con la guía del Jefe de Fundición se establece que la diferencia entre las unidades producidas y enviadas contra las recibidas en maquinado genera grandes pérdidas de recursos de producción y humanos (García, 2016). El alcance se estima, impacta directamente en Contraloría, Control de producción y Operaciones de fundición; de manera indirecta al área de fusión al tener que reorganizarse para generar el material necesario para la producción faltante (Andrade, 2016).

La medición y análisis del desempeño actual se generó a partir de la observación del área y la aportación de medidas de desempeño e indicadores de control de producto en proceso. Una vez establecido el panorama actual, se establece la Variable Crítica de Calidad (VCC) (Flores, 2012). Para esta investigación se definió a la variación cuantitativa entre las piezas producidas y enviadas y recibidas de un proceso a otro.

Las causas que originan la VCC se procesaron con ayuda de herramientas como el diagrama de Ishikawa que se puede observar en la figura 2, Gráficos de control Xbarra-R, por mencionar algunos. Después, de establecer la causa raíz (método de conteo de piezas por peso en la tara), se estudian todos los factores que influyen en el método de medición, mostrado en el anexo C, desde el factor humano hasta la calibración. Por consiguiente, se generaron varias propuestas para atacar los elementos de mayor influencia en la VCC, sin embargo, solo se implementó la que tenía mayor viabilidad y ataca más rápido la causa raíz.

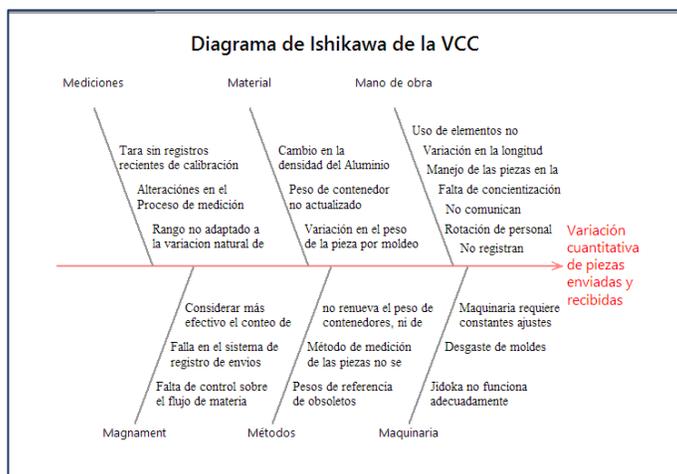


Figura 2. Desglose de causas. Autoría propia, obtenido de Minitab 17.

Luego, se lleva a cabo el proceso de aprobación de las acciones sugeridas y se implementan. Por último, se da un tiempo de observación y se compara el estado inicial con el actual para verificar el éxito de las acciones implementadas. Una vez que se corrobora el éxito de las acciones de toma la decisión de integrarlas de manera

permanente al método de trabajo o definir una vigencia y generar medidas de seguimiento al problema y un plan de contingencia por una posible reparación del fallo en el método de medición.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Las variables identificadas que afectan el directamente a la variación cuantitativa entre las piezas producidas y enviadas de fundición y recibidas en maquinado son: variación de peso de cada pieza, método de medición de las piezas, capacitación del personal y calibración del sistema de medición. Sin embargo no todas afectan de manera significativa, por lo que se estudió más a fondo solo la causa principal. Como se muestra en la figura 3 la causa que tiene más incidencias es el método de medición. Por lo que se establecieron hallazgos, medidas correctivas, un responsable y un periodo de realización. Bajo este contexto surge la necesidad de hacer un estudio para demostrar que el peso de referencia y su tolerancia necesitan ser actualizado porque ya no son eficientes y en base a los resultados obtenidos hacer un plan de acción que ataque la capacitación del personal, las tolerancias y la eliminación de prácticas no productivas.

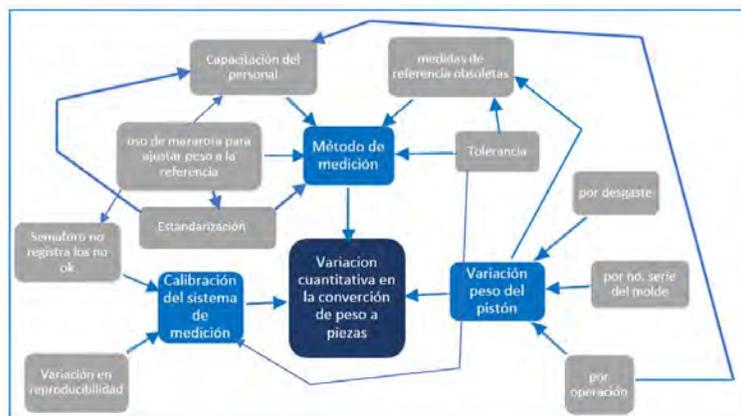


Figura 3. Diagrama de relaciones para variación en conversión.

El estudio consiste en tomar una muestra aleatoria de 30 piezas siguiendo el principio del teorema del límite central. Buscando que la distribución de muestreo de la media se aproxime a la (distribución) normal. Con esta muestra se realiza el análisis mediante las gráficas de control por valores individuales. La tabla 1 muestra el concentrado del estudio, donde, el valor del peso histórico se contrasta con el promedio de los promedios de las muestras tomadas y su respectivo rango. Además se analiza el comportamiento de los pesos y se predice su efecto definido como diferencia negativa (menos piezas en el contenedor) o positiva (piezas de más en el contenedor). Los modelos con una diferencia mayor se resaltaron y los modelos que tienen diferencias negativas (envían menos piezas) son resaltadas con rojo.

Tabla 1. Comparación de datos históricos vs datos del estudio.

Modelo	Peso histórico en gramos	Promedio obtenido en gramos	Rango obtenido del estudio en gramos	Diferencia en gr entre peso actual contra histórico	Efecto
4.3 Lts	0.662	0.6599	0.022	2.1 menor	Diferencia negativa
LAF	0.445	0.4424	0.016	2.6 menor	Diferencia negativa
LCV	0.409	0.4014	0.027	8 mayor	Diferencia positiva
LTG	0.524	0.5334	0.020	9.4 mayor	Diferencia positiva
6.4 Lts	0.64943	0.6576	0.015	8.17 mayor.	Diferencia positiva
6.0 Lts.	0.721	0.7494	0.031	28.4 mayor	Diferencia positiva
WABCO	0.453	0.4438	0.011	9.2 menor.	Diferencia negativa
VW	0.403	0.4060	0.014	3 mayor	Diferencia positiva
HEV	0.427	0.4227	0.010	4.3 menor	Diferencia negativa

PFI+	0.456	0.4556	0.017	0.4 menor	Diferencia negativa
420H	0.374	0.3701	0.007	4 menor	Diferencia negativa
MR20	0.405	0.3992	0.014	6 menor	Diferencia negativa
TR2K2	0.434	0.4382	0.025	4 mayor	Diferencia positiva

Los resultados obtenidos de la comparación de los gráficos de control donde se muestra la dispersión y rango. Se demostró que la variación del peso de las piezas abría demasiado el rango para los varios modelos en comparación con el rango ideal de 0.005 gramos. Lo que introduce la idea de modificar su actual método de medición y considerar todos los factores que lo involucran para absorber la variabilidad no controlable en esta investigación y reducir la diferencia entre lo vendido y recibido proveniente del conteo.

Se generó un plan de trabajo que se muestra en el anexo B. La implementación del nuevo método de medición incluye pequeñas mejoras como el generar un peso promedio en base a una muestra tomada del contenedor y descartar un peso promedio. Con esto se pretende amortiguar la variación por el desgaste del molde y por el molde mismo. También se generó una lección de un punto con la cual se evita que usen piezas de aluminio para hacer que el peso promedio de las piezas sea rechazado, y se capacita a los operadores para hacer una correcta medición. El mantenimiento del semáforo es relevante al ser este el único Jidoka que evita que pase material con peso fuera de especificación.

#### *Conclusiones*

El beneficio de este proyecto se verá reflejado en un mejor control de producción al tener un inventario de producto en proceso más eficiente. Además, los se implica un beneficio indirecto a los operadores de moldeo, porque al cambiar el enfoque de registro para venta de piezas fundidas (casting) y no dejar toda la responsabilidad en él. Para ello se logró cambiar el enfoque administrativo de sobre el método de consideración de unidades producidas para venta, de este modo se elimina la presión sobre el trabajador. Debido a que anteriormente se responsabilizaba al obrero de la cantidad de piezas perdidas en base a su conteo de piezas producidas por turno y la diferencia se podía ver reflejada en su salario, lo que da pie al registro incorrecto de lo producido para evitar mermas en su salario.

Ahora se realiza en base a lo que realmente se está produciendo y lo que ha sido procesado, esto deja solo a la variación propia de la báscula y de la dimensión de cada pieza. Una máquina en condiciones de adecuado uso y mantenimiento disminuye el error, (Groveer, 2001), siendo este la diferencia en la cantidad de piezas puestas a venta y la producida. Con esta mejora se elimina el error aportado por el operador y se deja a una máquina como el principal responsable lo cual beneficia al ser más fácil controlar la variabilidad de una máquina que el de un grupo de trabajadores con diversas características (Niegel, W. Benjamin; Freivals, Andris, 2009). Después de la implementación del nuevo método de trabajo, la calibración y mantenimiento para uno de los modelos con variaciones más grandes Tabla 1, se estima redujo en un 75%. (Patiño, Revisión de resultados, 2016)

Con base en lo anterior, la investigación se limitó a dar solución al nuevo indicador mediante la implementación de un sistema que se adapte y compense las variaciones dimensionales de las piezas debido al constante desgaste y renovación de los moldes y causas propias de las células de trabajo, mientras se soluciona estas variaciones.

La conversión de materia prima a unidades producidas, como objeto de estudio implica el análisis de la influencia del factor humano a nivel operativo, administrativo y de respaldo (mantenimiento, mejora continua); la variación dimensional generada durante el vaciado y el corte de mazarota, con todos los factores que intervienen en dicha variación. Al modificar el método de trabajo también se eliminan varios de los factores que generaban variación tales como el peso de referencia de cada modelo el cual tenía alrededor de 2 años sin actualizar.

#### *Recomendaciones*

Mediante una indagación sobre el control de flujo de materia prima y producto en proceso del área de fundición se dejó ver que se cuenta con muy poca información y control de las entradas y salidas de materia después de cada proceso. Una línea de investigación consecuente a esta será el control del flujo de materia prima para poder aumentar la certeza.

Los investigadores interesados en continuar la investigación podrían iniciar el análisis de disminución de la variabilidad del peso debido al moldeo. Este tema es de importancia como característica crítica de calidad.

Por otro lado, también son importantes la mejora continua y la estandarización de las buenas prácticas de manufactura para evitar la reincidencia de eventos en los que el mal uso del método de trabajo ocasione pérdidas importantes o como en este caso piezas perdidas.

### Referencias

Aguilar, H. (2000). *Sistemas de control de inventarios para mantenimiento de planta industrial*. San Nicolas de las Garzas, Nuevo Leon, México. Recuperado el 28 de abril de 2016, de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020130058.pdf>

Andrade, A. (27 de Agosto de 2016). Charla sobre el impacto del faltante de producto en proceso a nivel empresa. Celaya, Guanajuato, México.

Evans, J. R. (2008). *Calidad Total en las Organizaciones*. México, DF: Cengage Learning.

Flores, F. (agosto de 2012). *Sistemas de manufactura*. Celaya, Guanajuato, México. Recuperado el 25 de mayo de 2016

Garcia, J. M. (28 de febrero de 2016). Introducción a la problemática de la empresa KS en el área de fundición. (M. Tovar, Entrevistador)

Groveer, M. (2001). *Automation production systems, and computer integrated manufacturing*. USA: Prentice Hall. Recuperado el 27 de Agosto de 2016

Gutierrez, H., & De La Vara, R. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill.

Herrera, J. (14 de Marzo de 2016). Elementos significativos en un informe de calibración de una báscula. Celaya, Guanajuato, México. Recuperado el Abril de 2016

Hopp, W. (2001). *Factory Physis*. New York: McGraw-Hill Higher Education.

Ltd, J. E. (28 de Agosto de 2008). Hablemos de cada una de las partes internas del motor. (m. vBhispano.com, Trad.) DF, México. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <http://www.velocidadmaxima.com/forum/archive/index.php/t-128623.html>

Niebel, W. Benjamin; Freivals, Andris. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGraw Hill/ Interamericana editores. Recuperado el 16 de abril de 2016

Patiño, E. (22 de Marzo de 2016). Diagrama de operaciones para pistón de gasolina. (V. Tovar, Entrevistador) Celaya, Guanajuato, México. Recuperado el 23 de Marzo de 2016

Patiño, E. (agosto de 2016). Revisión de resultados. (V. Tovar, Entrevistador) Celaya, Guanajuato, México. Recuperado el Septiembre de 2016

### Anexos

#### A. Fragmento de diagrama de flujo de proceso fundición de casting.

	<p><b>Para tratamiento termico de envejecimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar contenedores de mismo número de parte</li> <li>- Pesaje de piezas en canastilla de tratamiento térmico</li> <li>- Pintado de piezas</li> <li>- Incorporar de parámetros de proceso</li> <li>- Transporte de contenedor a horno</li> <li>- Abre horno</li> <li>- Introduce contenedor</li> <li>- Cierra horno</li> <li>- Inicia ciclo de tratamiento térmico</li> <li>- Termina ciclo de tratamiento térmico</li> <li>- Abre horno</li> <li>- Transporte de contenedor a área de enfriamiento</li> <li>- Enfriamiento de piezas al medio ambiente</li> <li>- Inspección de dureza</li> <li>- Liberación y venta de producto casting</li> <li>- Coloca boleto de aprobación</li> <li>- Transporte a zona de producto terminado de TT</li> </ul> <p><b>ALMACÉN DE CASTING</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte a almacén de casting</li> </ul>	<p><i>Para los demas numeros de parte no sombreados de amarillo pasar directamente a envejecimiento.</i></p> <p>Hornos de caja: F-153, F-154, F-216, F-113, F-119, F-156, F-82, F-81, F-217, F-155, F-215, F-327</p> <p>Patineta</p> <p>Patineta</p> <p>Patineta</p> <p>Durómetro</p> <p>Patineta</p> <p>Montacargas</p>	<p>M</p> <p>M</p>
--	--	--	-------------------

#### B. Plan de trabajo

Hallazgo	Acción Correctiva	Responsable	Avance
Semáforo no detecta las piezas con peso fuera de especificación	Dar mantenimiento del sistema de detección de FE	Mantenimiento	100%
Operadores ponen mazarotas para compensar el peso promedio y que el contenedor no se rechace	Generar una LUP sobre no adición de mazarota a la medición	Mejora Continua, Líder operaciones	100%
Tolerancia de la báscula fuera de especificación	Ajustar la tolerancia al rango adecuado	Mantenimiento	100%
Pesos de referencia no actualizados	Hacer un estudio para actualizar el peso promedio y tolerancia de cada modelo	Vanessa	100%
Operadores no registran correctamente su producción por turno	No considerar el registro de producción de los operadores en el registro para venta	Jefe de Fundición	100%
Calibración de tara	Analizar informe de calibración y dar mantenimiento	Vanessa, Electrónica	100%
La tara no tiene reproducibilidad	Dar mantenimiento	Electrónica	100%
Los operadores no dan aviso sobre situaciones anormales en la medición	Dar capacitación sobre condiciones normales y anormales del sistema	Líder de operaciones	100%
El peso promedio varía según el molde	Implementar un método de trabajo adaptable a esas variaciones	Manufactura, Mejora continua	100%
No se tiene registro de cambios ni conteo de contenedores	Generar un registro con los pesos de contenedores y un programa de actualización semestral	Residente	50%
Variación en el peso del pistón por moldeo	PENDIENTE	Manufactura	

C. Método de trabajo para pesaje de casting usado antes de la investigación.

MÉTODO DE TRABAJO					
VENTA DE MATERIALES	No. Parte	TODOS		Modelo	
TRATAMIENTO TERMICO				No. Operación	NH NP
TRATAMIENTO TERMICO	Máquina	KS		No. De Máquina	BASCULA N/A 0
CALIDAD: Ventas de materiales		PUNTOS CLAVE	IMAGEN		
SEGURIDAD: Utilizar equipo de protección personal					
TÉCNICAS: Método de trabajo					
COSTO: Buen uso de materiales		DESCRIPCIÓN			
1.0 Subir carga a la bascula		Verificar que el contenedor tenga su ficha de identificación			
2.0 Agregar el peso de la tare a la bascula y presionar el boton "TARE"		Revisar la peso de la tare en la placa de identificación.			
3.0 Escanear el código de barras de acuerdo al número de parte		Para escanear el código es necesario colocar el dispositivo con cierto ángulo y a una distancia entre los 20 y 40 cm			

# ELEMENTOS CLAVE PARA PRODUCIR CON CALIDAD UN PISTÓN DESDE EL DISEÑO HASTA SU MANUFACTURA

Mariana Vanessa Tovar Hernandez<sup>1</sup>, MC. Dario Hernandez Ripalda<sup>2</sup>,

**Resumen**— La presente investigación describe los elementos que aseguran la calidad de un proceso de manufactura del pistón de aluminio. Se presenta una descripción de metodologías y puntos clave que se deben de abordar antes y durante un proceso, tomando como referencia el sistema de manufactura de un pistón que atraviesa un proceso de mejora continua exitosamente. Considerando que la calidad inicia desde el concepto, este debe responder a las necesidades y expectativas del cliente. No obstante, debe de enfrentar distintos retos para ajustarse a un sistema de producción real, así se describen las necesidades de un sistema para arrancar y mantenerse operando y generar valor al producto. Sin embargo, aunque se tenga un sistema de manufactura robusto no se asegura la calidad. Para ello, se hace uso de diferentes metodologías de manufactura esbelta y medir sus resultados con indicadores métricos para respaldarlos. Se concluye que al implementar las buenas prácticas de manufactura, y generar una cultura de mejora continua se disminuye el desperdicio, genera valor al producto y se traduce en buena calidad.

**Palabras clave**— Sistema de Manufactura, Calidad, Manufactura Esbelta, Pistón Aluminio.

## Introducción

En la industria automotriz, es importante asegurar que la expectativa del cliente sea satisfecha, en otras palabras exige calidad. La calidad se ve afectada directamente por los las necesidades del cliente (Gutierrez, 2010), el cual define características críticas que le dan valor al producto. Por lo tanto, las empresas que dedican a la transformación de la materia mediante un sistema de manufactura deben de tener esto como prioridad las variables críticas del producto para generar un sistema que asegure la calidad y en consecuencia generar valor a la organización.

Las “grandes tres” manufactureras de autos desarrollan procedimientos y técnicas usadas para desarrollar productos en la industria automotriz (Cabrera, 2012), enfocados a desarrollar un plan de calidad que ayudará a desarrollar un producto que satisficará las necesidades del cliente. Otra bondad de este plan es que define y establece pasos para una comunicación eficiente, alcanzar el mínimo o ningún defecto y lograr riesgos mínimos de calidad en el lanzamiento de productos, el objetivo es cero defectos. Este plan abarca:

- ✓ Planeación y diseño del problema
- ✓ Diseños y desarrollo del producto y luego del proceso
- ✓ Validación del producto y proceso
- ✓ Desarrollo del producto en base a inputs y outputs.

El producto debe de ser analizado a profundidad, para poder adecuarlo al sistema productivo que ofrece el proveedor. Por ello es fundamental identificar las variables críticas de calidad del producto y proceso para establecer controles que eliminen reduzcan o contengas posibles fallas del sistema. Este sistema debe de ser robustecido por medio de un sistema de gestión de mejora continua de la calidad.

Sin embargo, para robustecer este sistema y hacerlo más atractivo al cliente se requiere tener una certificación que avale la calidad de los procesos y de sus productos. El sistema de gestión de calidad vela por que normas como las ISO y las NOM se lleven a cabo. Por ejemplo, la norma ISO/TS 16949 es un estándar internacional que establece los requisitos particulares para la aplicación de la norma ISO 9001 para la producción de automóviles y autopartes; asegura la mejora continua, haciendo hincapié en la prevención de defectos, lo que optimiza la calidad del producto y brinda seguridad al consumidor (TÜV Rehinland, 2016).

La presente investigación compila los elementos usados para dar continuidad y mejorar a lo establecido en el Plan Avanzado de Calidad. En la primera fase se puede encontrar el análisis del sistema estudiado, desde el producto fabricado, sus procesos de manufactura y sus necesidades. Así como la definición de la condición inicial del sistema medida mediante indicadores financieros. La segunda fase se basa en el análisis de las necesidades del sistema y la detección de la causa raíz del problema. La tercera fase genera una serie de propuestas fundamentadas en metodologías de manufactura esbelta para la mejora del sistema. La cuarta fase describe las medidas adoptadas para

<sup>1</sup> Mariana Vanessa Tovar Hernandez es estudiante de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Celaya y actualmente colabora con la empresa Kolbenschmith de México en varios proyectos, mariana.tovar@mx.kspg. (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> El MA. Ruben Cano Cañada es profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, México

controlar y mantener la mejora implementada con la finalidad de crear un periodo de evaluación de la mejora y hacer el comparativo que definirá si se mejoró la situación inicial.

### Descripción del Método

El método empleado para hacer el análisis del caso estudiado toma los mismos principios de la metodología de manufactura esbelta, DMAMC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar). Dicha metodología es utilizada y complementada por el departamento de mejora continua de la empresa, como lo indica la norma ISO 16949:09 en el punto 8.5 referente a la mejora de procedimientos. Así, el primer paso para generar una mejora del proceso en términos de calidad es analizar una situación de conflicto. Los indicadores considerados en esta investigación corresponden a los objetivos integrales de calidad de producto  $\leq 10$  PPM's y desperdicio total de planta  $\leq 4.30\%$ , adjuntos en el Anexo A.

La mejora continua tiene como objetivo hacer más eficientes y hábiles los procesos existentes y mantenerlos mediante la estandarización; esto se traduce en una mayor efectividad del sistema de gestión integral, todo ello se refleja en un desempeño financiero y operativo sustentable de la organización. Dicho objetivo tiene sus bases en el procedimiento 21GC01 del departamento de mejora continua, cuya metodología se describe en la figura 1. Los responsables de llevar a cabo este procedimiento son gerencia general encargado de difundir y verificar el cumplimiento de este procedimiento; el comité gerencial al dar seguimiento y facilitar los recursos; los ingenieros de mejora continua al llevar a cabo los pasos del mapa de mejora continua, promoviendo la participación de equipos de trabajo conformados por líderes de operación, operador líder y operadores.

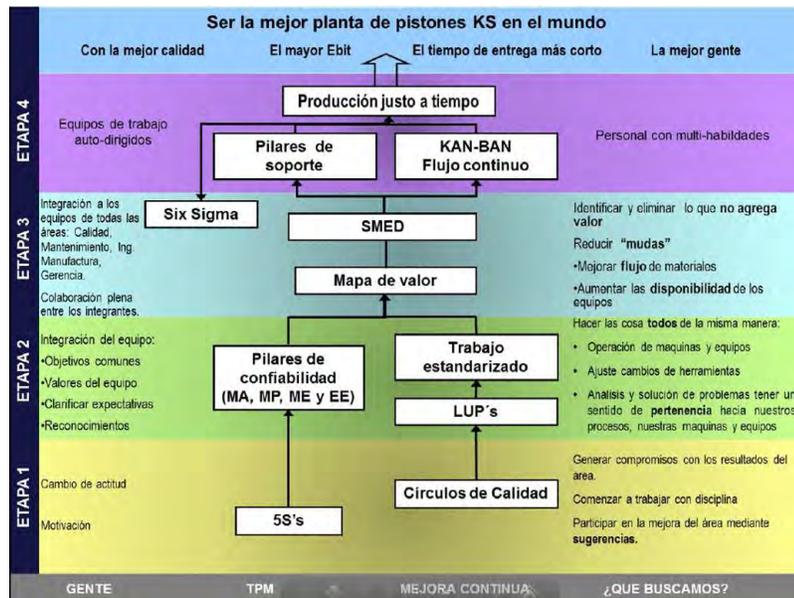


Figura 1. Mapa de mejora continua de la empresa.

El caso de estudio está enfocado a la línea que produce un pistón de aluminio identificado con el código TR2K2. Cuyo desempeño en términos de eficiencia se han observado del 2012 al 2015. El objetivo ideal de eficiencia está identificado con la línea roja y se contrasta con el real identificado con la línea verde. Como se puede observar en la figura 2 muestra una tendencia negativa, que lo ubica por debajo del objetivo durante todo el año 2015, debido a esto se crea la necesidad de tomar acciones correctivas. Con base en el procedimiento 21GG01 de mejora continua se debe de intervenir con la metodología indicada.



Figura 2. Gráfico de eficiencia histórica de la línea 20.

El fundamento de la metodología mostrada en el mapa de mejora continua está basado en la manufactura esbelta seis sigma. Manufactura esbelta (*lean Manufacturing*), la cual su fuente fundamental es Sistema de Producción Toyota (Flores, 2016), y es un conjunto de técnicas que Toyota uso en sus plantas por décadas con el fin de eliminar los desperdicios dentro de sus procesos de producción. En forma sintetizada, los tres niveles de aplicación son (Villaseñor Contreras, 2007): la demanda del cliente, que se enfoca en entender sus necesidades y traducirlas a características de calidad alta, tiempo de entrega corto y bajo costo; flujo continuo, que hace referencia a que los clientes internos y externos reciban lo productos y materiales correctos en el tiempo que lo necesitan; nivelación, trata sobre distribuir uniformemente el trabajo, por volumen y variedad, para reducir inventarios. Mientras que Seis Sigma fue generada en la compañía Motorola en 1982 como una estrategia de mejora continua del negocio enfocada al cliente que busca encontrar y eliminar causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. Además trata sobre un tema, la variabilidad. Se apoya en una metodología orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso. Tiene tres áreas de acción: Mejorar la satisfacción al cliente, reducción del tiempo con ciclo de producción y disminución de los defectos.

La línea 20 presenta constantes paros de producción los cuales se registran diariamente y las principales causas son por mantenimiento correctivo de las maquinas por desajustes o variaciones que se reflejan en desecho y pérdida de la productividad (Andrade, 2016). Estos paros son considerados como paros mayores y como se muestra en la figura 1 en noviembre del 2015, estos paros sumaron 196.8 horas en las cuales no se produjo y también implican una cantidad de desecho debido a las variaciones del sistema. Por otra parte, están los ajustes, cambios de herramientas, cambios de modelo, que también producen desecho, paros mayores y menores (paros menores a 10 min). Con base a este análisis se determinó que se debe de implementar una metodología enfocada a la mejora del mantenimiento. La cual es una de las herramientas de flujo de la manufactura esbelta, el mantenimiento productivo total por sus siglas en ingles TPM.

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales:

- ✓ Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- ✓ Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la <eficacia global>.
- ✓ Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
- ✓ Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

- ✓ Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Para lograr esto se requiere la implementación de cada uno de los pilares de esta metodología que se muestran en la figura 3. Sin embargo, para poder empezar a trabajar bajo estos pilares se requiere un paso 0 que se enfoca en la limpieza para la detección y solución de fallas en la maquinaria. Ya que en ocasiones no es posible identificar el motivo de una falla debido a el acumulamiento de suciedad en la línea. Este paso se basa en el método 5's creado con la finalidad de generar un ambiente agradable mediante la cultura de la limpieza el orden.

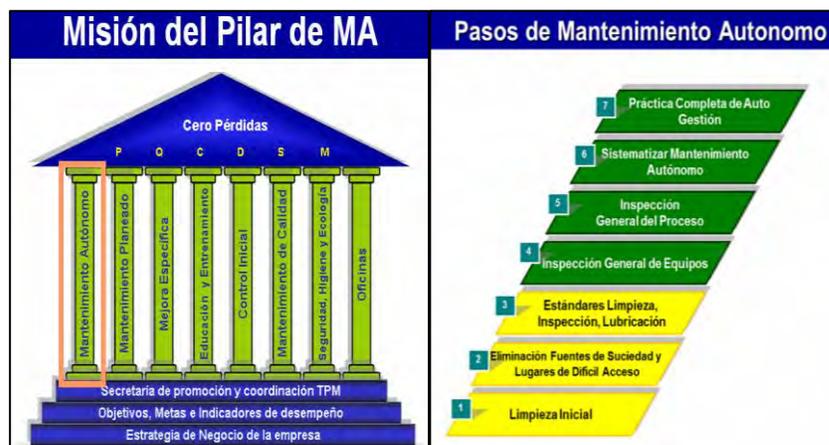


Figura 3. Pilares del TPM, a la izquierda. Pasos del primer pilar, a la derecha.

La implementación del primer paso del TPM se define en capacitar al personal sobre la filosofía de mantenimiento autónomo, la importancia de el orden y limpieza en su área de trabajo y la consientización sobre respetar el estandar de trabajo y limpieza. Lo siguiente es realizar actividades de mantenimiento y de limpieza por parte de los operadores, por ejemplo llenado de depósitos de aceite, cambiar o apretar tornillos entre otras actividades que requieren de un conocimiento básico. El identificar fallas durante la limpieza de sus maquinas y reportarlas en tarjetas para mantenimiento, que aseguren el correcto funcionamiento de sus equipos y generen condiciones de seguridad y calidad. Reducir los paros menores por desajustes o lubricación creando la cultura de el mantenimiento preventivo, es decir, evitar llegar a la falla del equipo para darle mantenimiento.

### Comentarios Finales

#### Resultados esperados

- ✓ Después de la implementación de paso uno se espera:
- ✓ Índice de autonomía  $\geq 10\%$
- ✓ Cumplimiento a los estándares de limpieza e inspección a un 95 %
- ✓ Tarjetas colocadas VS retiradas  $\geq 70\%$
- ✓ Tarjetas de seguridad o calidad abiertas: 0
- ✓ Eficiencia  $> 73\%$
- ✓ Reducción de Paros menores  $\geq 25\%$
- ✓ Colocación de lecciones rápidas  $> 2$  por mes

En otras palabras la aprobación del paso uno de mantenimiento autónomo con resultados que impacten sobre la calidad de los productos, la disminución de desecho y la mejora en la productividad. A demás de crear un grupo de trabajo que tenga una autonomía para arreglar desperfectos pequeños mediante su capacitación y validado mediante la matriz de conocimientos indicada en el procedimiento 21GG01, anexo B.

#### Conclusiones

La aplicación de metodologías de manufactura esbelta incrementó de manera positiva la eficiencia de la línea que se estudió. Por ello, se considera que es efectivo llevar a cabo estas como elementos clave para asegurar que el

producto producido será de calidad, ya que mediante la disminución de variación por ajustes de la máquina y con la capacitación continua de los operadores se crea un equipo más eficiente capaz de responder ante contingencias sin generar una cantidad significativa de desperdicio. El objetivo de las metodologías es precisamente los cero desperdicios, sin embargo, para lograr esto se requiere aprobar cada uno de los pilares. El trabajo realizado ha tenido éxito, por lo que se recomienda dar continuidad a los pasos consecutivos del TPM para analizar de manera global la efectividad de dicha metodología.

### Referencias

- Andrade, A. (27 de Agosto de 2016). Charla sobre el impacto del faltante de producto en proceso a nivel empresa. Celaya, Guanajuato, México.
- Cabrera, O. (6 de Mayo de 2012). Advanced Product Quality Planning, APQP. Recuperado el 28 de agosto de 2016, de <https://diplogestioncalidad.wikispaces.com/file/view/2+Planeaci%C3%B3n+Avanzada+de+la+calidad+New+versi%C3%B3n.pdf>
- Flores, F. (agosto de 2012). Sistemas de manufactura. Celaya, Guanajuato, México. Recuperado el 25 de mayo de 2016
- Flores, F. (10 de marzo de 2016). Sistemas de producción modernos. *Sistemas de manufactura*. Celaya, Guanajuato, México: Instituto Tecnológico de Celaya. Recuperado el 25 de mayo de 2016
- Groveer, M. (2001). *Automation production systems, and computer integrated manufacturing*. USA: Prentice Hall. Recuperado el 27 de Agosto de 2016
- Gutierrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (tercera ed.). México, México: McGraw Hill. Recuperado el 12 de Marzo de 2016
- Ishikawa, K. (1976). Guía de control de calidad.
- TÜV Rehinland. (Septiembre de 2016). Calidad trasciende fronteras en la industria automotriz: TÜV Rehinland. D.F., México. Recuperado el 2 de Septiembre de 2016, de [www.tuv.com/media/mexico/boletines\\_de\\_prensa/090614-ISO-TS\\_16949-TUV-VF.pdf](http://www.tuv.com/media/mexico/boletines_de_prensa/090614-ISO-TS_16949-TUV-VF.pdf)
- Villaseñor Contreras, A. (2007). *Manual Lean Manufacturing*. México: Limusa Noriega Editorial.

### Anexos

Anexo A. *Objetivos de la empresa.*

**KOLBENSCHMIDT**

## Objetivos Integrales

- ✓ Calidad de producto  $\leq 10$  PPM's
- ✓ Entregas a clientes  $> 99.5\%$
- ✓ EBIT / Venta  $>$  (Confidencial)
- ✓ ROCE  $>$  (Confidencial)
- ✓ Costo mano de obra por pistón  $<$  (Confidencial)
- ✓ Desperdicio:
  - Total planta  $\leq 4.30\%$
- ✓ Eficiencia:
  - Total planta  $> 78.5\%$
- ✓ Lanzamientos exitosos de nuevos negocios
  - PPM  $\leq 10$
  - EBIT de acuerdo al plan de negocios
  - En tiempo conforme al plan comprometido con el Cliente
  - Desecho y eficiencia dentro de objetivo planeado
- ✓ Clima laboral  $> 4.0$  Puntos
- ✓ Cumplimiento al programa de desarrollo de personal  $> 90\%$
- ✓ Cantidad de accidentes  $\leq 3$
- ✓ Cantidad de incidentes  $\leq 20$
- ✓ Cierre de hallazgos de observaciones al comportamiento  $> 80\%$
- ✓ Reducción de nivel de riesgo, grado de peligro  $< 360$  puntos
- ✓ Índice de gravedad  $\leq 10.3$
- ✓ Eliminación de fugas de soluble en maquinado de acuerdo a programa  $\geq 75\%$
- ✓ Consumo de agua / pza. maquinada  $< 7.0$  l/pza
- ✓ Costo de energía eléctrica por pieza maquinada  $\leq$  MXP \$3.50/pza
- ✓ Incrementar porcentaje de material reciclado  $\geq 90\%$
- ✓ Nivel de ruido en la planta  $< 90$  dB

Rev. Enero/16

Samuel Regalado Mora  
Gerencia General

**KSPG**  
Automotive

Anexo B. *Fragmento del procedimiento 21GG01 de mejora continua.*

**Objetivo:**

La Mejora Continua de la Organización de manera integral, reflejada en procesos de manufactura más eficientes, hábiles y estandarizados; una mayor efectividad del Sistema de Gestión Integral para exceder las expectativas de nuestros clientes y accionistas; todo ello reflejado en un desempeño financiero y operativo sustentable de la Organización.

**Alcance:**

Este procedimiento aplica a todos los procesos de la Organización.

**Definiciones:**

- CIS: Continuous improvement system.
- TPM: Mantenimiento productivo total
- MTBF: Mean time between Failure
- MTTR: Mean time to repair
- EWO: Emergency Work Order
- LUP: Lecciones de un punto
- CAPDo: Metodología para análisis y solución de problemas Planear, Hacer, verificar y Actuar.

*Responsabilidades:*

Del Gerente General el actualizar, controlar, difundir y verificar que este procedimiento cumpla con lo establecido en Manual Integral.

Del Comité Gerencial dar seguimiento, facilitar los recursos para la mejora continua y cerrar el ciclo con el reconocimiento de los participantes.

Del Departamento de Recursos Humanos, el asegurar la capacitación del personal clave, en las técnicas, herramientas o métodos más apropiados para implementar la Mejora Continua; así como el conservar la evidencia de la misma capacitación.

Del Contralor, evaluar el beneficio tangible de los proyectos de mejora continua para la organización.

De los Ingenieros de Mejora Continua el llevar a cabo los pasos del mapa de Mejora Continua y promover la participación en los equipos de trabajo así como mantener actualizados los formatos de las diferentes metodologías aplicadas en piso, de los líderes de los pilares el actualizar los indicadores que les competen a cada uno de ellos

## Proyecto para Radio Online Clásicos FM en el contexto del Instituto Tecnológico de Zitácuaro

M. en C. T. C. Manuel Antonio Tovilla Espadas<sup>1</sup>, Mtro. en Pedagogía Antelmo Orozco Raymundo<sup>2</sup>, M. en C. T. C. Rafael García Rojas<sup>3</sup>

**Resumen:** En este artículo se presenta el avance sustantivo del proyecto para Radio Online Clásicos FM en el contexto del Instituto Tecnológico de Zitácuaro, aunque ya desde hace varios meses viene operando a través de la página web de internet: [www.clasicosfm.net](http://www.clasicosfm.net), la intencionalidad es posicionar este proyecto de Radio en el contexto de la educación superior tecnológica y en particular en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, es decir, a través de estos espacios de la Radio Online Clásicos FM, posicionarse no sólo con radioescuchas de géneros musicales como el Pop, Italo Disco, High Energy, House, Techno, Disco, Rock en Inglés y Español, sino también que la radio vaya incidiendo en la comunicación y desarrollo cultural de los estudiantes, profesores y autoridades educativas, incluso que se constituya como una estrategia de comunicación institucional y de impacto internacional.

**Palabras Clave:** Radio Online, Educación Superior Tecnológica, Comunicación Institucional.

### Introducción:

En algunas de las instituciones de educación superior tecnológica que tienen consolidado un Programa de Radio, la comunicación impacta en las múltiples actividades tanto de la vida organizacional interna como en las posibilidades y sentidos comunicativos fundamentales orientados hacia el mundo exterior complejo y cambiante en su dinámica social, económica, política y cultural, el cual se requiere conocer e irse posicionando como institución educativa en una realidad social cada vez más competitiva e incierta. El Instituto Tecnológico de Zitácuaro es una institución de las más de 265 que configuran el Tecnológico Nacional de México, ubicado en la región oriente del estado de Michoacán, atiende a una población de más de 2000 estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial, Licenciatura en Administración, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Contador Público, Ingeniería Civil, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Gestión Empresarial y Arquitectura, todas del nivel de educación superior tecnológica. En el contexto de la estructura departamental que se tiene en el Tecnológico de Zitácuaro, se atienden de manera adecuada las principales funciones de los procesos comunicativos, tanto internos como externos, a través del Departamento de Comunicación y Difusión, sin embargo, aunque se cumplen con cierta eficiencia, por distintas variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo institucional: el tamaño de su población estudiantil; las necesidades de ser escuchados en geografías de difícil acceso y muy lejanas a la geografía del instituto tecnológico; las ventajas de contar con un programa de radio que acerque a la ciudadanía con las múltiples actividades académicas, culturales y científico-tecnológicas.

Ante esta realidad social se hace indispensable la operación de una estrategia de comunicación radiofónica que vincule el quehacer institucional con la vida ciudadana, cuya cobertura se encuentre garantizada, aún en los casos de comunidades más lejanas en las que se pueda facilitar, o hacer menos difícil, la comunicación, con mayor razón si se piensa que con un programa de radio se estaría entrando a procesos de comunicación en creciente globalización, así desde la localidad se puede imaginar una serie de intervenciones que acerquen ambas realidades por muy diferentes que éstas sean, precisamente al mostrarse ante los estudiantes, profesores, autoridades educativas con otros agentes mundiales y globales en las condiciones y circunstancias en las que se presente el proceso de la comunicación global:

---

<sup>1</sup> Maestro en Calidad Total y Competitividad: Manuel Antonio Tovilla Espadas, Docente de Medio Tiempo de la Academia de Ciencias Económico Administrativas en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Zitácuaro, Michoacán, México.

[manuel\\_tovilla@hotmail.com](mailto:manuel_tovilla@hotmail.com) (Autor Corresponsal)

<sup>2</sup> Maestro en Pedagogía: Antelmo Orozco Raymundo, Docente de Tiempo Completo de la Academia de Ciencias Económico Administrativas en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Zitácuaro, Michoacán, México.

[raytemo7@hotmail.com](mailto:raytemo7@hotmail.com)

<sup>3</sup> Maestro en Calidad Total y Competitividad: Rafael Rojas García, Docente de Medio Tiempo de la Academia de Ciencias Económico Administrativas en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Zitácuaro, Michoacán, México.

[ragarojas66@yahoo.com.mx](mailto:ragarojas66@yahoo.com.mx)

“La mayoría de nosotros piensa casi siempre que los asuntos locales son los *únicos* sobre los que podemos <<hacer algo>>: influir, reparar, mejorar, redirigir. Sólo en las cuestiones locales nuestras acciones, o la falta de ellas, pueden <<establecer la diferencia>>, mientras que en el caso de los asuntos <<supralocales>>, no hay <<alternativa alguna>> (como repiten una y otra vez nuestros dirigentes políticos y demás <<personas bien informadas>>). Llegamos a sospechar que los <<asuntos globales>>, en vista de los medios insuficientes y los escasos recursos con que contamos, seguirán su curso hagamos lo que hagamos o al margen de lo que nos propongamos hacer en la medida de nuestras posibilidades<sup>1</sup>” (Bauman, 2013; 118).

Las problemáticas locales, en este caso, en apariencia de una sola institución formadora de cuadros profesionales, como lo es el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, no son estrictamente locales cuando se interconectan con el mundo exterior de la globalización, porque entonces se conocerán otras problemáticas tan parecidas o iguales de instituciones que ni siquiera se sabía de su existencia, o mejor aún, se conocen soluciones en las redes de comunicación como estrategias globales, pertinentes porque en otras instituciones educativas han resuelto esa problemática con ideas y acciones colectivas insospechadas y viables, para la propia realidad social del Tecnológico de Zitácuaro, tal y como se piensa en crear y desarrollar, el programa de radio con impacto educativo.

### Cuerpo principal:

#### Información sobre la Radio Clásicos FM

La radio online inició su creación como proyecto desde el año 2014, sin embargo, por problemas técnicos, equipo, tiempo y espacio, no se había logrado concretar y funcionar, es hasta el 15 de agosto de 2016 cuando se inician formalmente las transmisiones, en gran medida por la perseverancia del propietario. Radio Clásicos FM abarca actualmente géneros musicales como son: **Pop** en inglés y español, **Rock** en inglés y español, así como **Italo Disco House Techno High Energy Música Disco Dance**, entre otros, pero siempre conservando una *tendencia retro*, al mantenerse dentro de las décadas de los sesenta, setenta, ochenta y los noventa. El eslogan utilizado por la radio es “**Agudizando tu sentido auditivo**”, se eligió este eslogan porque lo que se busca es crear cultura musical, ya que existen diversas estaciones de radio que solamente programan un tipo de música comercial, de tal manera, que dejan fuera los otros géneros musicales...

El contenido del **Logo** está representado por una antena que está transmitiendo la señal, además de unos audífonos y un rayo de energía debajo de ellos, se elaboró con la idea de continuar con la tendencia **retro** y sólo se utilizaron 4 colores diferentes. El horario de transmisión son las 24 horas y los 365 días del año, con calidad digital a 128 kbps, porque la estación busca la calidad en lo que al audio y fidelidad se refiere.

#### Actividades fundamentales por realizar

- Cobertura de eventos académicos en el contexto institucional: mesas redondas, conferencias, ponencias, debates, foros, coloquios, entrevistas, reuniones de trabajo, presentaciones de libros, exposiciones, charlas, entre otros eventos académicos que sean considerados de relevancia e interés para la comunidad tecnológica.
- Elaboración de comerciales requeridos según sean las necesidades de las organizaciones e instituciones participantes.
- Cubrir los eventos y acontecimientos más sustantivos del Instituto Tecnológico de Zitácuaro, así como de otras instituciones y organizaciones que requieran de estos servicios.
- Prestar un servicio social a la comunidad en caso de necesidad en forma gratuita y profesional.
- No incluir eventos que tengan un fin preponderantemente económico o de lucro.
- No se podrá realizar eventos publicitarios a servicios comerciales y privados y cuyo objetivo sea el de lucrar.
- Las personas que participen como conductores de los programas de la radio, no tendrán ninguna remuneración a menos que consigan el patrocinio correspondiente.
- Utilizar las redes sociales para dar conocer la radio y posicionarla en la localidad, región, estado y en todo el país. En esta actividad ya se tiene un avance en Facebook con la clave: **Clásicos FM.net**
- **Creación de una parrilla de programas en vivo**, con la finalidad de tener más radioescuchas y así abarcar mercados más amplios.
- **Gestionar patrocinadores**. En esta actividad se llevará a cabo mediante cambaceo, es decir, visitar cada cliente potencial que necesite de la publicidad y difusión de servicios que ofrece.

- **Darse de alta en la página de la radio.** Con la finalidad de tener seguidores en la WEB y ésta aparezca como primera opción en Internet.

**Presupuesto técnico necesario para operar**

<b>Cantidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Estatus</b>
02	Micrófonos profesionales preferentemente de marca reconocida como SHURE.	Sí
01	Mezcladora para DJ con tres o cuatro canales como mínimo	Sí
04	Cables RCA para conectar el equipo necesario	Sí
02	Cables tipo Neutrik libre de oxígeno profesional de seis metros para conectar los monitores.	Sí
02	Monitores para colocar fuera y dentro de la agencia para que pueda escucharse la programación correspondiente.	Sí
01	Consola o mezcladora de 04 canales para poder tener mejor operación	Sí
01	Cabina de madera u otro material para la calidad y seguridad sobre su uso.	Sí
01	Anuncio de LED que contenga la leyenda “Al Aire” o “On Air”.	Sí
01	Computadora de escritorio o Lap Top preferentemente que tenga por lo menos 4GB en Ram y 500 GB en Disco Duro.	Sí
01	Servicio de Internet con cable de preferencia (no inalámbrico) para que no se corte.	Sí

**Sí= Se cuenta con el equipo y no se requiere inversión**

**Comentarios finales**

Para entender los fenómenos técnicos de la sonorización es indispensable interconectar y relacionar la cultura con uso de la técnica, artefactos, máquinas, equipo tecnológico, y en general, cualquier producto que haya sido una actividad de los seres humanos como parte de sus relaciones sociales y de sus culturas, por lo tanto:

“A partir del micrófono podemos estudiar los diferentes aspectos de las relaciones sociales como lo hacemos en las monografías etnográficas típicas; la dimensión tecnológica: evolución de la técnica y los fenómenos de innovación, el préstamo y la difusión en el uso del micrófono dentro de los diferentes géneros musicales; la dimensión económica: la constitución de un sector industrial, las relaciones de trabajo, cooperación y competencia entre los diferentes participantes (asalariados, empresarios, prestadores de servicios y fabricantes), y también las dimensiones lingüística, estética, jurídica y religiosa. [...], el micrófono es un buen objeto de investigación porque este pequeño artefacto brinda grandes posibilidades para construir el todo gracias a su carga simbólica” (Santos y Díaz, 2015; 127).

En efecto, el papel que ha tenido el micrófono en la construcción de la cultura y la realidad es de un gran impacto, desde escuchar la música por la radio, eventos deportivos de todo el mundo, noticieros, programas televisivos,

programas radiofónicos, las grabaciones de los discos, el cine con todo el impacto cultural y simbólico que representa, las manifestaciones religiosas en las iglesias y templos, las actividades académicas de las instituciones educativas y culturales, las manifestaciones políticas, el arte en las exposiciones, talleres, seminarios, cursos, espacios culturales especializados, eventos masivos en los estadios, etc., todos ellos han pasado por los micrófonos para poder llegar a nuestros oídos:

“La sonorización tomó gran tiempo antes de llegar a ser la norma en el espectáculo musical y no fue hasta los sesenta cuando se volvió de uso común, normal y aceptado. Según la narración etnológica, el primer uso del micrófono en un escenario en Francia, en 1936, causó grandes controversias: la gente habló del “cantante sin voz”. Pero al mismo tiempo, Jean Sablón, el cantante innovador, obtuvo grandes éxitos internacionales, especialmente con las mujeres. El micrófono le permitió crear un estilo de cantar en donde no hay gran fuerza vocal. Pudo cantar con suavidad: susurrar. El micrófono funciona aquí como un amplificador. Fue la misma transformación con el cine: la cámara permite acercamientos que suprimen la mímica y los gestos enfáticos necesarios en el teatro y dan una impresión de intimidad. En francés, el *crooner* es *chanter de charme*: el micrófono obra en la seducción. El registro semántico de la palabra *charme*, además del de la seducción que tiene ahora, es el campo mágico: *charme* equivale a sortilegio o también a *enchantement* (encantamiento)<sup>3</sup>” (Santos y Díaz, 2015; 127).

### Referencias bibliográficas:

---

<sup>1</sup> Bauman, Zygmunt, *Tiempos líquidos. Vivir en una época de incertidumbre*, México: Tusquets editores, 2016. p. 118.

<sup>2</sup> Santos, María Josefa y Díaz Cruz, Rodrigo (Coordinadores). *Innovación tecnológica y procesos culturales*. Perspectivas teóricas, 2ª ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2015. pp. 119-142

<sup>3</sup> Idem., p. 138.

# Educación Superior: Innovación, Nuevos Aprendizajes y Autonomía

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

**Resumen**— El propósito de este estudio es reflexionar sobre las nuevas perspectivas en educación superior con relación a la innovación, los nuevos aprendizajes desde la óptica de la transversalidad y, en forma especial, sobre el aprendizaje basado en la autonomía, así como también profundizar en el concepto de autonomía en ambientes de aprendizaje y en las creencias sobre el aprendizaje autónomo como modalidad y tendencia educativa, por la que optan diversos estudiantes y docentes universitarios y conclusiones de un proyecto de investigación aplicada. Como docentes de educación superior, la promoción de la autonomía en entornos reales de aprendizaje es un desafío. Lo es también conseguir que los estudiantes sepan conocer las opciones que se les ofrecen, tengan la capacidad de actuar, puedan desarrollar competencias y tomar decisiones en ambientes y entornos propicios para el desarrollo pleno de su autonomía.

**Palabras clave**— autonomía, creatividad, educación superior, innovación, nuevos aprendizajes.

## Introducción

La investigación en educación superior es una de las tareas sustantivas de las universidades. El conocimiento de las nuevas perspectivas en educación superior y la reflexión sobre las tendencias educativas actuales es parte del compromiso que todo docente universitario debe asumir en su constante formación y actualización. La innovación, la autonomía y los nuevos aprendizajes transversales son algunas de las temáticas de importancia que son de interés para los profesores universitarios implicados en la mejora constante de su propia práctica docente con miras a un más óptimo aprovechamiento académico de sus estudiantes.

Las tendencias transdisciplinarias en los diversos campos de las ciencias y la visión holística que plantea el paradigma de la complejidad para abordar la diversidad de problemáticas y crisis que se han generado específicamente en las últimas décadas, facilitan la comprensión de la realidad y posibilitan la apertura epistemológica necesaria para encontrar soluciones pertinentes y sostenibles a los diversos problemas mundiales, nacionales y regionales. En la actualidad, las universidades deben emprender acciones congruentes para responder a las demandas y problemáticas de esta realidad compleja y generar propuestas para el desarrollo regional y nacional, así como diseñar programas educativos de Licenciatura y Posgrado pertinentes y de calidad, acordes a estos desafíos. El docente universitario debe ser un agente fundamental de estos cambios, al generar acciones que los promueven. Sin ellos, la innovación educativa sería imposible.

La experiencia docente y los aportes didácticos tienen su origen en la experimentación en el aula y en su gran mayoría, se relacionan con la creatividad del profesor y la de sus estudiantes. El docente creativo es un ser reflexivo que apuesta por el cambio y la transformación, insiste en ser original, en reflexionar y en no contentarse con aquello que le es dado, que le es impuesto. Tiene puntos de coincidencia con el artista, con el artesano, con el tallerista. Es por eso que consideramos que "...la innovación es un arte que implica voluntad e imaginación. Implica idear, planear, crear, renovar y/o transformar la realidad de forma novedosa y original" (Trejo, 2014). Casal (1999) explica que "la palabra creatividad abarca una gama de destrezas distintas; es una actividad compleja porque a medida que creamos, vamos formando, simplificando, configurando e inventando la realidad. Tiene mucho que ver con la experimentación; significa explorar nuevas direcciones y cambiar las cosas" (p. 943). Es importante que se distingan los conceptos de creatividad e innovación, pues la creatividad es una destreza, una capacidad, una competencia que todos la podemos tener pero que no siempre la desarrollamos en su totalidad. Cuando creamos, producimos o generamos ideas o propuestas que pueden materializarse o pueden ser llevadas a cabo o implementadas por otros. En el ámbito educativo, el profesor y sus estudiantes realizan experiencias

<sup>1</sup> La Dra. María Luisa Trejo Sirvent es docente investigadora de la Maestría en Didáctica de las Lenguas, de la Lic. en la Enseñanza del Inglés de la Fac. de Lenguas Campus Tuxtla e imparte cátedra en el Doctorado en Estudios Regionales. [marisatrejosirvent@hotmail.com](mailto:marisatrejosirvent@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. María Eugenia Culebro Mandujano es docente investigadora de la Maestría en Didáctica de las Lenguas, de la Lic. en la Enseñanza del Inglés de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas. [maru.culebro@gmail.com](mailto:maru.culebro@gmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Hugo César Pérez y Pérez es docente investigador de la Maestría en Didáctica de las Lenguas, de la Lic. en la Enseñanza del Inglés de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas. [hugopp15@hotmail.com](mailto:hugopp15@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Gabriel Llaven Coutiño es docente investigador de la Maestría en Didáctica de las Lenguas, de la Lic. en la Enseñanza del Inglés de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas. [yaco10@yahoo.com](mailto:yaco10@yahoo.com)

innovadoras y pueden generar nuevos pensamientos e ideas que son susceptibles o no de ser llevadas a cabo. Si esto se realiza, se produce innovación. Así también, hay que mencionar que no todas nuestras ideas son recibidas con el mismo entusiasmo por directivos o funcionarios educativos, e incluso, a veces, ni por nuestros mismos colegas. Los docentes encontramos en muchas ocasiones diversos obstáculos para llevar a cabo ciertas ideas, ciertas prácticas innovadoras. Nos parece importante señalar también que consideramos que profesor creativo lo es, a veces muy a pesar de la misma institución donde labora, pero debemos considerar qué no podría lograr un profesor al que se le estimula y motiva en su trabajo creativo. El estímulo y el reconocimiento de sus propuestas e ideas representan un motivación más para lograr sus objetivos y enfrentar nuevos retos cada día en su labor cotidiana. No debemos olvidar también el hecho de que ser creativos no basta, se necesita implementar las ideas y que estas ideas tengan un propósito humano y ético.

La innovación educativa es también un imperativo que impone retos en todos los niveles educativos. Este concepto posee en su carga semántica, la idea de la transformación constante de los procesos de enseñanza aprendizaje. No puede existir innovación sin la creatividad y sin el compromiso de los docentes, estudiantes y directivos de escuelas y facultades con la mejora constante en los contextos educativos donde actúan y promueven el cambio a través de la intervención innovadora.

Es así como las experiencias innovadoras y en general, toda "...innovación se convierte en un proceso dinámico de cambios específicos y novedosos que tiene como resultado el crecimiento personal, institucional y social. En la innovación se destaca el lado institucional y social de la creatividad" (Muñoz y Hernández, 2008: p. 11).

Así también, podemos agregar que es indispensable en toda aula, en todo centro educativo, la reflexión sobre cuándo y cómo deseamos innovar en nuestro trabajo docente, por múltiples motivos, no importa si nos motiva simplemente alejarnos del trabajo rutinario o si deseamos, en principio, contribuir al mejoramiento de las técnicas de enseñanza aprendizaje, para lograr propósitos específicos. Las innovaciones mueven a las instituciones, sin ellas, solamente serían edificios donde los sujetos harían siempre lo mismo y repetirían los mismos errores. Por otra parte, se requiere el desarrollo de competencias docentes que permitan una sinergia entre creatividad e innovación, pero también entre conocimientos, valores, destrezas, aptitudes y actitudes. Al mismo tiempo que desarrollamos competencias en los estudiantes, nosotros mismos, como docentes, debemos prepararnos y actualizarnos a menudo para desarrollar también nuestras propias competencias docentes.

Otro tema sobre el que debe reflexionarse cuando se habla de creatividad e innovación es la transformación curricular porque es precisamente la innovación curricular la que puede considerarse como un mecanismo que permite también mejorar la calidad de los programas educativos. Se requiere también para un óptimo desarrollo curricular de los programas de licenciatura y posgrado, la permanente innovación en el currículo. Es importante tener en cuenta el contexto y las necesidades más importantes, así como el beneficio de las comunidades académicas y estudiantiles para que estas transformaciones sean adecuadas, pertinentes y permitan asegurar no solamente la calidad sino también la eficiencia y la innovación. Los docentes deben también estar comprometidos con estas renovaciones y comprender que no se puede innovar sin crear pero siempre pensando en el mejoramiento de los programas educativos. Las innovaciones educativas son un tema actual en el que muchos países desarrollados invierten grandes recursos presupuestales y capital humano para incentivar los resultados que esperan para el desarrollo de la ciencia y de la técnica. Están ligadas también al desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como a otro tipo de materias transversales que están transformando los programas curriculares en otras partes del mundo, y en especial en el viejo continente.

Moreno (1995) explica que "Los temas transversales están encaminados a paliar algunos de los efectos perversos –aquellos de los que la sociedad actual ha tomado conciencia- que, junto con otros de gran validez, hemos heredado de la cultura tradicional" (p. 11).

Por otra parte, los nuevos aprendizajes que se manifiestan en diversas asignaturas o materias de los programas educativos de Licenciatura y Posgrado corresponden a algunas orientaciones curriculares. Trejo, Mandujano, Llaven y Pérez (2016) señalan las siguientes para la educación superior para el Siglo XXI: el Desarrollo sostenible, el Enfoque de género, el Enfoque por Competencias, las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la educación, el Aprendizaje Basado en Problemas, el Aprendizaje por Proyectos, el Aprendizaje Colaborativo, el Aprendizaje Cooperativo, la Educación para la ciudadanía y la educación en valores, la Educación para la democracia. Estos aprendizajes que se abordan como temáticas del contenido de los programas de materias de dichos programas están relacionados con la transversalidad la cual es una tendencia educativa que desde hace tiempo se promueve a nivel mundial. Estas materias o asignaturas no vienen a desplazar a otras materias de tipo disciplinario.

Se trata también, con relación a la transversalidad, de plantear las problemáticas del mundo contemporáneo desde una visión crítica y participativa y contribuir de alguna manera a la búsqueda de soluciones.

Así también, como docentes universitarios, debemos estar abiertos ante los cambios y transformaciones lo que implica también participar en ellos desde sus procesos iniciales. Si nos interesa la innovación en el aula, la

innovación en clases, la innovación a través del trabajo artístico y cultural en nuestros centros educativos. Si nos interesa, por ejemplo, el retorno de las Humanidades, de la apreciación del arte y de la estética en nuestras universidades, debemos también ser partícipes del cambio y generar, no tanto productos u objetos, sino también generar los contextos adecuados y "los procesos transdisciplinarios de construcción de sentido y de producción de significado y experiencia, dejando atrás su papel meramente estético para convertirse en agentes de una función catalizadora social" (Romero, 2015: 6).

En estos procesos transformadores, se parte de la voluntad del individuo, de la libertad creativa pero también son importantes el respeto y valoración de las ideas del otro para el logro de metas e implementación de proyectos innovadores. La generación de nuevas ideas, de nuevas propuestas solamente puede darse en un ambiente de libertad y autonomía, en un entorno donde importen los valores humanos y la defensa de la cultura y las artes. Arroyo (2013) afirma, con razón que "...las humanidades tendrán futuro en la medida en que sean entendidas como factor de humanización, de responsabilidad moral y cívica y de crecimiento del espíritu humano" (p. 1). El profesor y sus estudiantes realizan en ocasiones experiencias innovadoras y pueden generar nuevos pensamientos e ideas que son susceptibles o no de ser llevadas a cabo. Si esto se realiza, se produce la innovación. Estar abierto ante los cambios y transformaciones implica también participar en ellos desde sus procesos iniciales. Finalmente, deseamos añadir que se requiere romper con viejos paradigmas y abrir nuestras visiones con autonomía de ideas en nuevos entornos de aprendizaje colaborativo y cooperativo. Morin (1992) afirma que el conocimiento corresponde a un contexto tanto cultural como social e histórico y otorga gran importancia a la autonomía de conocimiento e ideas.

### **Descripción del método**

En este estudio se profundizó sobre la creatividad, la innovación, los nuevos aprendizajes y autonomía. Nuestro interés en experiencias innovadoras en el ámbito universitario, así como en el aprendizaje creativo y colaborativo parte de la observación de la necesidad de que se estimulen y promuevan este tipo de actividades que motiven a la creatividad, la transformación y la innovación en el trabajo en el aula, sin importar el tipo de materia o asignatura que se imparta.

El objetivo general de este estudio fue aproximarnos al estudio del concepto de innovación, nuevos aprendizajes y autonomía en nuestro entorno universitario y en otros contextos internacionales.

El objetivo general de este proyecto de investigación fue aproximarnos al estudio del concepto de creatividad y los nuevos aprendizajes y su relación con la innovación en nuestro entorno universitario y en otros contextos internacionales. Estas reflexiones forman parte de los resultados de los proyectos de investigación: "Innovación educativa y Didáctica de Lenguas", "Aprendizaje creativo y experiencias innovadoras en contextos internacionales: en España, Francia y México" y "Creencias de las capacidades para ejercer la autonomía en un ambiente de aprendizaje", realizados por el C. A. "Paradigmas Educativos y la Enseñanza de Lenguas".

*Participantes:* se aplicaron encuestas y entrevistas a docentes y estudiantes de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla y participaron como investigadores los miembros del Cuerpo Académico "Paradigmas Educativos y la Enseñanza de Lenguas" y parte del estudio documental se realizó en México y otra parte se llevó a cabo en España, durante estancias de investigación.

*Metodología:* se trata de proyectos de carácter cualitativo y exploratorios con la finalidad de comprender cómo se generan problemáticas relacionadas como la falta de creatividad e innovación educativa en diversas instituciones y de qué manera es posible coadyuvar en la mejora y transformación de nuestros propios centros educativos al incentivar la creatividad y la generación de nuevos aprendizajes.

Las metas fueron las siguientes: contribuir a la mejora de ambientes propicios para la creatividad y la innovación educativa en nuestro centro laboral; difundir los hallazgos de esta investigación; y redactar un artículo científico.

### **Comentarios Finales**

#### ***Resumen de resultados***

En el informe final se analizaron desde el punto de vista teórico, los conceptos de creatividad, aprendizaje colaborativo, nuevos aprendizajes, autonomía e innovación, en el ámbito educativo y se reflexionó a partir de los resultados de las encuestas y entrevistas sobre la importancia de estos tópicos en nuestra práctica docente en el área de Humanidades. Consideramos que se requieren más apoyos y estímulos, pero sobre todo un entorno propicio para que puedan propiciarse estos nuevos aprendizajes, así como que se promuevan innovaciones. Es importante también la colaboración entre docentes y estudiantes para lograr muchas de las ideas innovadoras, para lograr que muchas de las ideas innovadoras, sobre todo para que estas ideas generadoras de cambio no se vean reducidas y aplicadas exclusivamente al aula y el grupo donde el profesor trabaja sino que puedan ser replicadas en otras aulas con otros profesores para lograr innovaciones profundas en las instituciones. Reflexionar sobre ello puede ser útil y

estimulante para profesores que desean innovar en sus prácticas, así como sobre la creatividad y las prácticas educativas innovadoras, entre ellas, el aprendizaje creativo y el aprendizaje basado en la autonomía. Lo es también el análisis de los procesos de enseñanza aprendizaje y las transformaciones que se logran a través de un camino que comienza con la creatividad y la libertad y se concretiza en las innovaciones educativas.

### Conclusiones

El aprendizaje creativo tiene también un enorme potencial con la expansión del Internet y de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para la realización de experiencias innovadoras en los diversos niveles educativos. Para innovar es importante también contar con los recursos cibernéticos que amplían la visión y la puesta en marcha de proyectos que se relacionan con la transformación de las prácticas en el aula, con los cambios en las instituciones y con el desarrollo de innovaciones profundas en la educación. Así también es importante que se distingan los conceptos de creatividad e innovación, pues la creatividad es una destreza, una capacidad, una competencia que todos la tenemos pero que no siempre la desarrollamos en su totalidad. Cuando creamos en el ámbito educativo, producimos o generamos ideas o propuestas que pueden materializarse o pueden ser llevadas a cabo o implementadas por otros docentes.

Desarrollar fortalezas, destrezas, habilidades, actitudes y valores en los estudiantes, comprender sus intereses para adecuar contenidos y materiales didácticos, apostar por el aprendizaje creativo, significativo y colaborativo sin perder de vista como una finalidad primordial, el servicio a la comunidad, la solución de problemáticas regionales y la apertura necesaria para promover el cambio y la transformación constante para el logro de mejores innovaciones en el plano educativo, son, en la actualidad, retos de la educación superior.

### Recomendaciones

La innovación educativa ha sido poco abordada en congresos, ensayos y libros o como línea de investigación que desarrollen los científicos humanísticos y sociales en México. Así también el número de artículos sobre innovación educativa escritos por investigadores mexicanos en revistas arbitradas o indexadas del país y del extranjero es insuficiente. Se requiere más investigación sobre la innovación educativa porque es importante que se conozca lo que se está realizando en este campo de conocimiento en otros contextos educativos.

No podemos transformar si permanecemos quietos y pasivos. Es importante presentar propuestas y exponer nuestras ideas aunque encontremos inercias y obstáculos en nuestros contextos educativos. Sin embargo, hay que aclarar que las transformaciones no vienen solas. Para todo docente son importantes los incentivos y los estímulos. Los países desarrollados están invirtiendo cada día más y más en innovación. Los países de América Latina apenas empiezan a dar pequeños pasos en cuanto a estímulos que se relacionan con la innovación que se produce en el aula, aunque ya existen estímulos en el ámbito científico y tecnológico. Sin embargo, todavía se confunde la motivación hacia los emprendedores y la creación de empresas como si solamente pudiera innovarse en el aspecto administrativo, con la motivación a actores educativos creativos e innovadores en el aula (docentes y estudiantes) y el estímulo que se brinda a los investigadores que proponen estudios innovadores. Se requiere definir y distinguir, por un lado, lo que son prácticas docentes innovadoras en el ámbito escolar, lo que son proyectos de investigación innovadores para la generación, producción, divulgación y aplicación del conocimiento y los productos innovadores que se generan y desarrollan en el plano tecnológico.

### Referencias

- Arroyo, F. (2013). A favor de las humanidades. *El país*. Recuperado en <http://blogs.elpais.com/tormenta-de-ideas/2013/03/a-favor-de-las-humanidades.html>
- Casal I, I. (1999). La Creatividad en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de ELE: caracterización y aplicaciones. Recuperado de [http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/asele/pdf/10/10\\_0937.pdf](http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/asele/pdf/10/10_0937.pdf)
- Gardner, H. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Martínez-Salanova, S. E. (online). El aprendizaje de la creatividad. Recuperado de <http://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/0082creatividad.htm>
- Lavín-Verástegui, J. y Fariás-Martínez, G. (2012). "Perfil y prácticas educativas del docente orientado a la innovación en las escuelas de negocios en México", *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)* (en línea), Vol. 3, No. 6, 2003, consultada por Internet el 25 de agosto de 2016. Recuperado de <https://ries.universia.net/rt/printerFriendly/76/262>
- Moreno, M. (1995). Los temas transversales: una enseñanza mirando hacia adelante. En Busquets, M. D., Cainzos, M., Fernández, T., Leal, A., Moreno, M. y Sastre, G. *Los temas transversales* (pp. 10-43). Buenos Aires: Santillana.
- Morin, E. (1992). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: ESF.
- Muñoz, D. y Hernández, J. (2008). Proyectos de Innovación Educativa. *Texto de Apoyo Didáctico para la Formación del Alumno*. Recuperado de: [http://educacion.usach.cl/educacion/files/file/Materiales/Mod Innov \(1\).pdf](http://educacion.usach.cl/educacion/files/file/Materiales/Mod Innov (1).pdf)
- Riesco González, M. (2008). "Educación para la ciudadanía universal". En Valle L., J.M. (Coord.). *Seminario de la identidad local a la ciudadanía universal: El gran reto de la educación contemporánea* (pp. 187-208). Bilbao: Fundación para la Libertad.
- Romero R., J. (2015). Creatividad en el arte: descentramientos, ampliaciones, conexiones, complejidad. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA28/Julio%20Romero%20Rodr%C3%ADguez.pdf>
- Trejo S., M. L. (2014). Perspectivas sobre innovación y tecnología educativa en el marco de la complejidad (Conferencia). X Simposio Internacional Educación y Cultura. Matanzas: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Juan Marinello Vidaurreta".
- Trejo S., M. L. (Coord.), Culebro M., M. E., Llaven C., G. y Pérez y P., H. C. (2016). *Nuevas perspectivas en educación superior*. Tuxtla Gutiérrez: Herencia Mexicana/Facultad de Lenguas Campus Tuxtla, Universidad Autónoma de Chiapas.

Valenzuela, O. (2010). La didactique des langues étrangères et les processus d'enseignement/apprentissage. *Synergies Chili*, No. 6, pp. 71-86. Recuperado de [http://ressources-ela.univ-fcomte.fr/gerflint/Chili6/oscar\\_valenzuela.pdf](http://ressources-ela.univ-fcomte.fr/gerflint/Chili6/oscar_valenzuela.pdf)

### Notas Biográficas

La Dra. María Luisa Trejo Sirvent es docente, investigadora, consultora educativa y formadora de formadores. Es Miembro del Núcleo Básico de la Maestría en Didáctica de las Lenguas (PNPC) y docente de la Lic. en la Enseñanza del Inglés de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla. Imparte clases en el Doctorado en Estudios Regionales (PNPC). Es Coordinadora Académica Institucional del SICELE (Sistema Internacional de Certificación del Español como Lengua Extranjera, Instituto Cervantes) y Líder del Cuerpo Académico "Paradigmas Educativos y la Enseñanza de Lenguas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ha coordinado diversos proyectos de investigación y cuatro libros académicos. Es coautora en seis libros y ha publicado artículos en revistas científicas indexadas y arbitradas.

La Dra. Eugenia Culebro Mandujano es docente investigadora, consultora educativa y formadora de formadores. Es Miembro del Núcleo Básico de la Maestría en Didáctica de las Lenguas, docente de la Lic. en la Enseñanza del Inglés de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla, Miembro del C. A. "Paradigmas educativos y la Enseñanza de Lenguas" y Directora General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ha coordinado diversos proyectos de investigación. Es coautora de tres libros académicos y coordinó el libro *Nuevas tendencias en la enseñanza de Lenguas*.

El Dr. Hugo César Pérez y Pérez es docente investigador. Es miembro del Grupo Ampliado de la Maestría en Didáctica de las Lenguas (PNPC) y docente de la Lic. en la Enseñanza del Inglés y Miembro del Cuerpo Académico "Paradigmas Educativos y la Enseñanza de Lenguas" de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas. Ha sido responsable de proyectos de investigación. Es coautor en tres libros académicos y ha publicado artículos en revistas científicas indexadas y arbitradas.

El Dr. Gabriel LLaven Coutiño es docente investigador. Es miembro del Grupo Ampliado de la Maestría en Didáctica de las Lenguas (PNPC) y docente de la Lic. en la Enseñanza del Inglés. Es miembro del C. A. "Paradigmas Educativos y la Enseñanza de Lenguas" y Coordinador de Desarrollo Curricular de la Facultad de Lenguas Campus Tuxtla de la Universidad Autónoma de Chiapas. Es coautor en tres libros académicos y ha publicado artículos en revistas científicas indexadas y arbitradas.

## VALORACIÓN PODOLÓGICA EN EL ADULTO MAYOR

ME Pedro Enrique Trujillo Hernández<sup>1</sup>, DCE Martha Alicia Magallanes Monrreal<sup>2</sup>, MCE María Magdalena Delabra Salinas<sup>3</sup>, DCE María de los Ángeles Villarreal Reyna<sup>4</sup>, DCE María Guadalupe Ponce Contreras<sup>5</sup>, Dra. Sandra Cecilia Esparza González<sup>6</sup>

**Resumen-** El pie no envejece en forma separada, toda su estructura se ve involucrada por diversas afecciones propias de la edad adulta, las afecciones articulares, musculares, esqueléticas, ortopédicas, metabólicas, vasculares, neuropatías y dermatológicas afectan el funcionamiento podal, convirtiéndose en un indicador del estado de salud.

El objetivo de este trabajo es fomentar la independencia y funcionalidad podal en adultos mayores mediante la educación para la salud y limitar los daños y complicaciones, promoviendo la cultura del autocuidado y envejecimiento saludable.

Los resultados muestran prevalencia del 44% (n=11) de callosidades en los pies, el 68% (n=17) presenta onicomicosis y 40% (n=10) padece onicocriptosis. De las comorbilidades, destacan la hipertensión arterial y la diabetes con 52% (n=13) y 40% (n=10).

**Conclusión.-** La patología podal es factor de riesgo, obstaculiza la marcha, pone en riesgo el equilibrio físico y pueden generar caídas. Complica las actividades de la vida diaria y pone en riesgo la vida. Destacando la importancia del autocuidado.

**Palabras Clave:** Adulto Mayor, Valoración Podológica, Autocuidado, Educación para la Salud.

### Introducción.

Las afecciones de los pies son un problema de salud, dada la relevancia que tienen para la vida y el mantenimiento de la independencia. Su alteración es fuente de sufrimiento y pone en peligro la independencia funcional y autonomía de adulto mayor (AM). Los problemas comunes de los pies resultan tanto de ciertas enfermedades, como de años de desgaste, calzado inapropiado, cambios tróficos por insuficiencia vascular, higiene inadecuada de las uñas, déficit sensorial, obesidad o enfermedad incapacitante. A estos factores se agregan, factores externos entre los que se pueden citar, el estilo de vida, las costumbres, la profesión, el uso inapropiado de ortesis y riesgos determinados por el entorno familiar (barreras arquitectónicas).<sup>1</sup>

De todas las afecciones que presentan los AM en los pies, las asperezas o callosidades, la onicomicosis o infección por hongos y la onicocriptosis o uña encarnada son las más frecuentes<sup>2</sup>, éstas afectan tanto a hombres como a las mujeres y a cualquier edad<sup>3</sup>, ya que no se les da el mínimo cuidado para evitar consecuencias innecesarias y repercusiones en el adulto mayor.

Se define a las callosidades como un espesamiento de la superficie cutánea, son una rugosidad que aparece la mayoría de las veces en el dorso de los dedos o en la planta de los pies. Son afecciones benignas, sin embargo pueden provocar molestias al caminar y algunas veces pueden infectarse y requerir de una intervención

<sup>1</sup> ME Pedro Enrique Trujillo Hernández, Profesor de la Facultad de Enfermería en la Universidad Autónoma de Coahuila, [enrique\\_trujillo1702@hotmail.com](mailto:enrique_trujillo1702@hotmail.com)

<sup>2</sup> DCE Martha Alicia Magallanes Monrreal, Catedrático Investigador de la Facultad de Enfermería en la Universidad Autónoma de Coahuila, miembro activo de la Red de Investigación en Ciencias de la Salud del Hospital Universitario de Saltillo [magallan50@hotmail.com](mailto:magallan50@hotmail.com)

<sup>3</sup> MCE María Magdalena Delabra Salinas, Catedrático Investigador de la Facultad de Enfermería en la Universidad Autónoma de Coahuila, miembro activo de la Red de Investigación en Ciencias de la Salud del Hospital Universitario de Saltillo, Coordinador de Posgrado e Investigación [magda\\_1907@yahoo.com.mx](mailto:magda_1907@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> DCE María de los Ángeles Villarreal Reyna, Catedrático Investigador de la Facultad de Enfermería en la Universidad Autónoma de Coahuila, miembro activo de la Red de Investigación en Ciencias de la Salud del Hospital Universitario de Saltillo [angelesvillarreal@uadec.edu.mx](mailto:angelesvillarreal@uadec.edu.mx)

<sup>5</sup> DCE María Guadalupe Ponce Contreras, Catedrático Investigador de la Facultad de Enfermería en la Universidad Autónoma de Coahuila, [lupitaponce52@hotmail.com](mailto:lupitaponce52@hotmail.com)

<sup>6</sup> Dra. Sandra Cecilia Esparza González, Catedrático Investigador de la Facultad de Medicina en la Universidad Autónoma de Coahuila, miembro activo de la Red de Investigación en Ciencias de la Salud del Hospital Universitario de Saltillo [sceciliaesparza@gmail.com](mailto:sceciliaesparza@gmail.com)

quirúrgica, como sucede en personas con diabetes mellitus, que desencadenan pie diabético, con pérdida de la sensibilidad, debido principalmente al roce excesivo de la piel con el zapato.<sup>4</sup>

Las afecciones de los pies, generalmente suceden al cortar mal las uñas. Las micosis ungueales suelen ser de difícil resolución, pues necesitan de un tratamiento sistémico por periodos que se prolongan hasta por más de 6 meses, las onicomicosis más frecuentes son las originadas por hongos trichophyos y candida albicans que provoca que la uña pierda su transparencia, cambie su coloración desde amarilla, amarilla maíz, marrón verde, según la flora asociada y para el tratamiento es necesario hacer estudio de laboratorio para detectar el tipo de hongo a tratar, para ello se realiza el cultivo de los mismos.<sup>5</sup>

Dada la trascendencia física, económica y social de las callosidades, onicomicosis y onicocriptosis ponen en riesgo la funcionalidad y la vida de los AM, para esto se consideró la implementación de un programa de educación para la salud con el propósito de promover y fomentar por medio de actividades de autocuidado en los AM que acuden al CAIF Madero, para limitar los daños agregados por estas patologías para mejorar la salud de sus pies y conservar la autonomía y funcionalidad del AM.

**Objetivo General:** Promover la independencia funcional de los AM, mediante actividades de autocuidado para evitar las complicaciones por el mal cuidado de los pies, mejorar su calidad de vida y propiciar un envejecimiento saludable.

### Metodología

Para la implementación de esta intervención se considera la teoría de la Autoeficacia de Bandura, que afirma que en cualquier tipo de terapia se producen cambios conductuales para la adopción de conductas de salud y prevención de riesgos<sup>6</sup>, que es lo que se pretende con esta intervención orientada al cuidado de los pies; con un diseño transversal. Para la evaluación diagnóstica se elaboró el instrumento ex profeso que lleva por título: “instrumento de recolección de información acerca del conocimiento y cultural en cuanto al cuidado y salud de los pies en el adulto mayor”, el cual consta de 31 preguntas que incluye, datos sociodemográficos, cultura y nivel de conocimiento acerca de las afecciones podales, así como su prevención y tratamiento para el cuidado de los pies. La muestra estuvo conformada por 25 AM pertenecientes al CAIF Madero de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, con un muestreo por conveniencia.

**Criterios de inclusión.** Personas mayores de 60 años y más, sin distinción de género, raza, o clero que acuden al CAIF Madero Saltillo, que deseen participar en el estudio, que padezcan o no algunas de las afecciones antes mencionadas, que asistan a todas las sesiones los días estipulados y firmar un consentimiento informado. **Criterios de exclusión.** Personas postradas en cama con limitación cognitiva y que se negara a afirmar el consentimiento informado y faltar a cualquiera de las sesiones.

### Procedimiento.

Para la realización de esta intervención se establece coordinación con la coordinadora de Posgrado para gestión de las solicitudes y permisos para implementar la intervención educativa, tanto con las autoridades de la Facultad de Enfermería y con la responsable de DIF para gestionar el acceso a las instalaciones del CAIF Madero.

La intervención duro 8 sesiones de 1 hora y media cada una, durante mes y medio, en donde se les impartió clase-taller para el autocuidado de sus pies enfocado en el diagnóstico, prevención y tratamiento de las callosidades, onicomicosis y la onicocriptosis. Utilizando recursos visuales (cañón, computadora, rota folio), y material de curación (gasas, guantes, solución fisiológica, jabón, compresas, ungüentos). En la sesión número uno, se detecta el área física y la población que asiste a este centro para invitarlas a participar en esta intervención de educación para la salud y se aplicó el instrumento para identificar el nivel de cultura y conocimiento para el cuidado de los pies a las personas que aceptaron colaborar en el estudio. En la sesión número dos se realizó la valoración podológica para detectar la prevalencia de afecciones podales. En la sesión número tres se impartió el tema de callosidades. Abarcando el concepto, riesgos, prevención. En la número cuatro se continuo con el tema de las callosidades pero desde un punto más práctico, enfocándose, en la enseñanza del uso adecuado de los ungüentos y diversos productos para esta afección y el uso de estrategias (uso del espejo para visualizar región plantar, el lavado de los pies) para el mejor cuidado de los pies.

Posteriormente en la sesión cinco se aborda el concepto, prevención, diagnóstico, riesgos, complicaciones y tratamiento de las onicomicosis, así como el uso adecuado de la aplicación mediante la técnica correcta de pomadas, ungüentos prescritos para el tratamiento de las mismas. En la sesión número siete se habló de la onicocriptosis enfocándose en su concepto, riesgo, prevención y tratamiento. Asimismo se proporcionó información del correcto corte de las uñas para que lo empleen en si mismas. En la octava y última sesión se aplicó el examen postest

concluyendo con la intervención y continuando con el análisis correspondiente y ver los resultados obtenidos de estas acciones.

### Resultados.

A continuación se muestran los resultados. Primero se detallan estadísticos descriptivos de la muestra. Posterior se identifica los resultados de los exámenes del pretest y postest. Por último se describe la conclusión del presente estudio.

En la tabla 1, se presentan los resultados respecto al género de los participantes, que corresponde el 100% al femenino. El rango de edad oscila de 60 a 90 años de edad, respecto. al estado civil, 52% de los participantes refieren estar casadas, 64% han cursado primaria el 64% y el 88% se dedican a labores del hogar respectivamente. (Tabla 1)

Tabla 1. Análisis de frecuencias

Variable	<i>f</i>	%
Estado Civil		
Casada	13	52 %
Viuda	8	32 %
Escolaridad		
Primaria	16	64 %
Ocupación		
Hogar	22	88 %

En la tabla 2, respecto a las afecciones en los pies, el 44% presenta callosidades. Un 52% los participantes presentan onicomicosis con 5 años de duración, mientras que el 12% tiene una duración de 10 años. En cuanto a la onicocriptosis el 40% menciona padecerla.

Tabla 2 Afecciones Podológicas.

Variable	<i>f</i>	%
Callosidades	11	44 %
Onicomicosis	17	68 %
Onicocriptosis	10	40 %

En la tabla 3, de las comorbilidades, el 52 y el 20 % de los participantes refieren padecer hipertensión y diabetes respectivamente. El 24% de los participantes padece artritis de 1 a 10 años de evolución y un 20% presentan deformidades de los pies.

Tabla 3 Comorbilidades.

Variable	<i>f</i>	%
Hipertensión	13	52 %

Diabetes	10	20 %
----------	----	------

Tabla 4. Comparación de Pretest y Postest.

En cuanto a los resultados del pretest y postest con respecto a los conocimientos con respecto al cuidado de los pies, así como de las principales afecciones de los pies, se puede observar que en las preguntas de que tanto conoce acerca de las uñas encarnadas, callos en los pies y hongos. Hay un cambio notorio al pasar de un nulo conocimiento de la mayoría de los participantes en el pretest, y pasar de un moderado a suficiente conocimiento en el postest. Lo que nos indica que las sesiones de orientación, les ayudo a tener más información con respecto a estos temas antes mencionados.

<b>Pretest</b>					<b>Postest</b>				
<i>¿Que tanto conoce acerca de las Uñas Encarnadas</i>					<i>¿Que tanto conoce acerca de las Uñas Encarnadas</i>				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	13	52,0	52,0	52,0	Poco o Escaso	1	4,0	4,0	4,0
Poco o Escaso	8	32,0	32,0	84,0	Moderado	13	52,0	52,0	56,0
Válidos Moderado	3	12,0	12,0	96,0	Suficiente	11	44,0	44,0	100,0
Suficiente	1	4,0	4,0	100,0	Total	25	100,0	100,0	
Total	25	100,0	100,0						
<i>¿Que tanto conoce acerca de los Callos en los Pies?</i>					<i>¿Que tanto conoce acerca de los Callos en los Pies?</i>				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	13	52,0	52,0	52,0	Poco o Escaso	1	4,0	4,0	4,0
Poco o Escaso	9	36,0	36,0	88,0	Moderado	11	44,0	44,0	48,0
Válidos Moderado	2	8,0	8,0	96,0	Suficiente	13	52,0	52,0	100,0
Suficiente	1	4,0	4,0	100,0	Total	25	100,0	100,0	
Total	25	100,0	100,0						
<i>¿Que tanto conoce acerca de los Hongos en las Uñas de los pies</i>					<i>¿Que tanto conoce acerca de los Hongos en las Uñas de los pies</i>				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	12	48,0	48,0	48,0	Poco o Escaso	1	4,0	4,0	4,0
Poco o Escaso	8	32,0	32,0	80,0	Moderado	11	44,0	44,0	48,0
Válidos Moderado	4	16,0	16,0	96,0	Suficiente	13	52,0	52,0	100,0
Suficiente	1	4,0	4,0	100,0	Total	25	100,0	100,0	
Total	25	100,0	100,0						

Tabla 4.1. Comparación de Pretest y Postest.

En cuanto a las preguntas de conocer las consecuencias del mal manejo o la falta de atención de estas afecciones, así como en conocer los factores que pueden provocarlas y el saber el tratamiento de estas afecciones, se observa de igual manera un cambio y un aumento del conocimiento ya que se logró erradicar el nulo conocimiento presente en el pretest y pasar de un moderado y suficiente conocimiento en el postest, con respecto a las preguntas antes mencionadas.

## Pretest

Esta enterado de las consecuencias del mal manejo o total falta de atención de los Callos, Uñas Encarnadas y Hongos en sus Pies?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	16	64,0	64,0	64,0
Poco o Escaso	5	20,0	20,0	84,0
Válidos Moderado	3	12,0	12,0	96,0
Suficiente	1	4,0	4,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

¿Que tanto cobee acer de los factores de riesgo que le pueden provocar Callos, Uñas Encarnadas y Hongos en sus Pies?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	12	48,0	48,0	48,0
Poco o Escaso	7	28,0	28,0	76,0
Válidos Moderado	5	20,0	20,0	96,0
Suficiente	1	4,0	4,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

¿Cuanto conocimiento tiene acerca del manejo y tratamiento para combatir Callos, Uñas Encarnadas y Hongos en sus Pies?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nulo	14	56,0	56,0	56,0
Poco o Escaso	7	28,0	28,0	84,0
Válidos Moderado	3	12,0	12,0	96,0
Suficiente	1	4,0	4,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

## Postest

Esta enterado de las consecuencias del mal manejo o total falta de atención de los Callos, Uñas Encarnadas y Hongos en sus Pies?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco o Escaso	1	4,0	4,0	4,0
Válidos Moderado	14	56,0	56,0	60,0
Suficiente	10	40,0	40,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

¿Que tanto conoce acerca de los factores de riesgo que le pueden provocar Callos, Uñas Encarnadas y Hongos en sus Pies?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco o Escaso	1	4,0	4,0	4,0
Válidos Moderado	11	44,0	44,0	48,0
Suficiente	13	52,0	52,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

¿Cuanto conocimiento tiene acerca del manejo y tratamiento para combatir Callos, Uñas Encarnadas y Hongos en sus Pies?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco o Escaso	1	4,0	4,0	4,0
Válidos Moderado	11	44,0	44,0	48,0
Suficiente	13	52,0	52,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Los resultados permiten concluir que:

1. La patología podal se constituye en factor de riesgo que obstaculiza la marcha.
2. Que ponen en riesgo el equilibrio físico y pueden generar caídas.
3. Complica la realización de actividades de la vida diaria y poner en riesgo la vida.
4. Destaca la importancia del autocuidado.

### Bibliografía:

- [1] Organización Panamericana de la Salud (OPS), s/f
- [2] Kiskea, (2014) Callos en los pie – Tratamiento. Recuperado el 2 de diciembre del 2014. Disponible en: <http://salud.kioskea.net/faq/5640-callos-en-los-pie-tratamiento>
- [3] Kiskea, (2014) Hallux valgus (juanete): definición, causas y tratamientos. Recuperado el 2 de diciembre del 2014. Disponible en: <http://salud.kioskea.net/faq/10856-hallux-valgus-juanete-definicion-causas-y-tratamientos>
- [4] Nelson C. Pierre, (2010) Estudio del pie y clínica podológica.
- [5] Sánchez-Saldaña, Matos-Sánchez y Kumakawa-Dermatol, 2009. Infecciones Micóticas Superficiales.
- [6] Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist* 2,122-147

# REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE DESBALANCE DEL ROTOR DE UN AEROGENERADOR DE BAJA POTENCIA

MC. Jesús Cirilo Trujillo Jiménez<sup>1</sup>, MC. Juan José Piña Castillo<sup>2</sup>,  
MC. Renato González Bernal<sup>3</sup> y MC. Miguel Villagómez Galindo<sup>4</sup>

**Resumen**— En las condiciones normales de operación de un aerogenerador eléctrico, pueden presentarse problemas diversos; algunos de ellos pueden llevar a la falla de uno o varios de los álabes, imposibilitando que se continúe con la generación. Debido a esto en investigaciones previas, se fabricaron álabes (de fácil elaboración y con materiales accesibles), para reemplazar a los álabes de fábrica y lograr que el aerogenerador siga operando hasta que sean adquiridos los repuestos originales. Se obtuvieron muy buenos resultados con álabes elaborados de PVC, de tal manera que se asimilaban a los mismos resultados que los del fabricante. Sin embargo, al realizar las mediciones de las vibraciones, resultaron niveles altos, que pudieran causar problemas serios en el equipo.

En el presente trabajo, se presentan los resultados de realizar un balanceo dinámico en máquina balanceadora al rotor del aerogenerador con los álabes elaborados de PVC, con la finalidad de reducir los niveles de vibración. Posterior al balanceo, se realizaron las respectivas mediciones de las características de la vibración en dos posiciones: vertical y horizontal, logrando una reducción considerable en los niveles de vibración y mejorando, por lo tanto, las condiciones de operación del equipo.

## Introducción

Las energías renovables o también conocidas como energía limpias, son consideradas como aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. Frente a las energías convencionales, las energías renovables son recursos limpios cuyo impacto es prácticamente nulo y siempre reversible. En la actualidad se cuenta con un sin número de estudios en el aprovechamiento de este tipo de energías, sin embargo, a pesar de todas las investigaciones en el tema, la generación de energía eléctrica en México por medio de este tipo de energías representa sólo el 26.4% (principalmente hidroeléctrica y geotérmica), mientras que el otro 73.6% es generada por medio de la llamada energía fósil, según datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE 2012). La Figura 1 muestra los porcentajes de generación según el tipo de fuente energética.

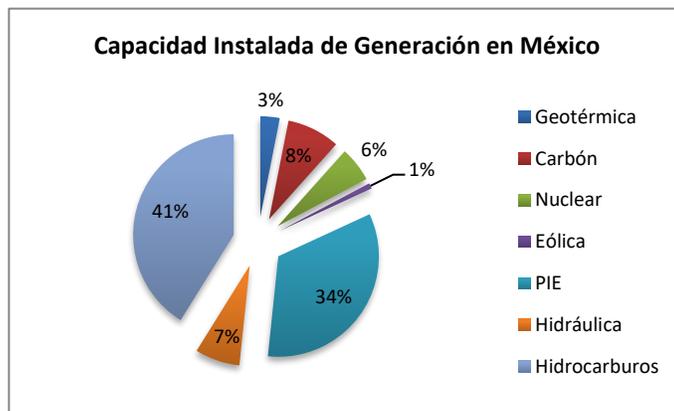


Figura 1. Participación de las diferentes fuentes energéticas. Fuente: CFE

De la generación por fuentes limpias de energía, la energía eólica ocupa sólo el 0.90%, por lo que su aprovechamiento está muy bajo comparado con el potencial estimado en México para la generación de energía por este medio que es de alrededor de 71,000 MW y un área aprovechable de 23,375 km<sup>2</sup> (CFE 2012).

<sup>1</sup> El MC. Jesús Cirilo Trujillo Jiménez es profesor e investigador en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en Morelia, Michoacán, México [jcirilo@umich.mx](mailto:jcirilo@umich.mx)

<sup>2</sup> El MC. Juan José Piña Castillo es profesor e investigador en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en Morelia, Michoacán, México [jpina@imich.mx](mailto:jpina@imich.mx)

<sup>3</sup> El MC. Renato González Bernal es profesor e investigador en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en Morelia, Michoacán, México [resu2206@yahoo.com.mx](mailto:resu2206@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> El MC. Miguel Villagómez Galindo es profesor e investigador en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en Morelia, Michoacán, México [miguel\\_villagomez\\_galindo@hotmail.com](mailto:miguel_villagomez_galindo@hotmail.com)

La energía del viento o conocida como energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas, por ejemplo, la generación de energía eléctrica (Spinadel Erico 2009). La transformación de la energía del viento en energía eléctrica es realizada por las turbinas eólicas, las cuales son dispositivos mecánicos diseñados para este fin, con eficacias que pueden alcanzar hasta el 35% o 40%. La figura 2 muestra los componentes principales de una turbina eólica.

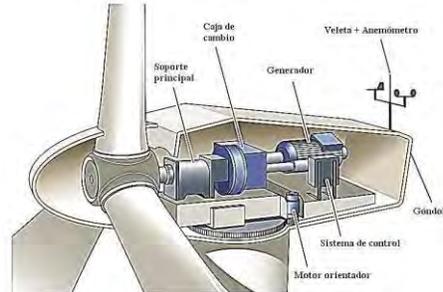


Figura 2. Componentes principales de una turbina eólica.

### Planteamiento del Problema

Debido al poco aprovechamiento de la energía eólica, hoy en día se está trabajando en investigaciones para que esta energía pueda ser utilizada de una forma más eficiente y en diferentes lugares y no solo en aquellos donde se registran grandes velocidades del viento.

Los aerogeneradores, son equipos costosos y que están expuestos a sufrir cualquier tipo de daño estando a la intemperie. Uno de los elementos que más sufren desperfectos son los álabes, por lo que, una solución es que sean fabricados por el propio usuario con el fin de evitar pérdidas por prolongados periodos de tiempo.

Este proyecto se basa en un aerogenerador tipo X-400, mostrado en la figura 3, en el cual se realizó el reemplazo de los álabes de fábrica por álabes de PVC, los cuales mostraron un buen comportamiento de generación, sin embargo, al medir los niveles de vibración, resultó que estos se incrementaron considerablemente, por lo que fue necesario realizar un balanceo dinámico para disminuir la vibración y con ello, mejorar el comportamiento del equipo y evitar daños a corto plazo.



Figura 3. Aerogenerador Air X-400.

### Metodología utilizada

Inicialmente se analizó la potencia generada con tres diferentes tipos de álabes (Figura 5), concluyendo que los álabes elaborados de PVC logran una generación satisfactoria, comparada a la obtenida con los álabes de fábrica, en velocidades del viento similares (Sánchez Cornejo 2014).



Figura 5. Tipos de álabes utilizados.

Posteriormente se realizaron las mediciones de las características de la vibración para cada uno de los tipos de álabes, encontrando que en las condiciones normales de operación, las vibraciones generadas en el equipo por los tipos de álabes de fabricación propia, son más elevadas a diferencia de las generadas por los álabes del fabricante (Jesus González 2015). Estas vibraciones ponen en peligro a los diferentes elementos del aerogenerador y se reduce el tiempo de vida útil de todo el equipo, por lo que se opta por realizar el balanceo dinámico de los álabes de PVC, por ser estos los más viables para el reemplazo.

Para llevar a cabo el balanceo, se montaron los álabes de PVC en una barra (previamente balanceada) para colocarlos en la Máquina Balanceadora Dinámica modelo YYQ-50, tal como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Vista del equipo de balanceo dinámico.

El proceso de balanceo consiste en uniformizar la masa en todo el rotor, es decir, que no existan faltantes o sobrantes de masa en el plano del rotor. La máquina de balanceo dinámico nos permite determinar esos desperfectos y la cantidad de desbalanceo que producen.

Para comenzar con el proceso se inició en el programa Double Balancing Measure System y se midieron los diámetros derecho e izquierdo de la fecha donde se montaron los álabes y se calculó la cantidad de masa necesaria para calibrar así como el lugar donde se debe colocar. En la Figura 7 se muestran las gráficas polares con los desperfectos calculados por el equipo.



Figura 7. Cantidad de desbalanceo inicial del rotor.

Posteriormente se procede a colocar la cantidad de masa necesaria y en los lugares indicados, se midió nuevamente el desbalanceo y se fueron agregando las masas calculadas por el equipo y en ocasiones haciendo leves modificaciones en los lugares de colocación, logrando con ello una reducción de la cantidad del desbalanceo inicial hasta los niveles considerados como permisibles, la Figura 8 muestra las gráficas polares con los valores finales de desbalanceo.



Figura 8. Cantidad de desbalanceo final del rotor.

Para determinar si la cantidad de desbalanceo final del rotor del aerogenerador se encuentra en los niveles aceptables, se tienen dos opciones, comparar con las cartas de severidad de vibraciones y la segunda opción es medir las características de la vibración y compararlas con las que se tenían antes de realizar el balanceo dinámico. Por lo que se procedió a montar los álabes en el aerogenerador y ponerlo en las condiciones de operación con la ayuda de un túnel de viento, como se muestra en la Figura 9 y con un Analizador de Vibraciones modelo IRD 880, se realizaron las mediciones de las características de la vibración en las posiciones horizontal y vertical.



Figura 9. Montaje del aerogenerador en el túnel de viento.

### Resultados Obtenidos

Con los álabes de PVC balanceados, el aerogenerador presentó un cuadro controlado en cuanto a estabilidad y reducción de niveles de vibraciones, en sus respectivas características de vibración, como lo son: desplazamiento, velocidad y aceleración.

La Tabla 1 muestra las características de vibración (desplazamiento, velocidad y aceleración), medidas en la posición vertical y horizontal con el Analizador de Vibraciones a diferentes velocidades del viento.

Tabla 1. Características de la vibración en las posiciones horizontal y vertical.

POSICIÓN VERTICAL						POSICIÓN HORIZONTAL					
Vel. de arranque (m/s)		3.5				Vel. de arranque (m/s)		3.5			
Material del álabes		PVC		Ánguloβ 25°		Material del álabes		PVC		Ánguloβ 25°	
Posición del sensor		vertical				Posición del sensor		Horizontal			
N° de prueba	Vel. Viento (m/s)	RPM	D(μm)	V(mm/s)	A(g's)	N° de prueba	Vel. Viento (m/s)	RPM	D(μm)	V(mm/s)	A(g's)
1	5	131	18.78	0.13	0.0015	1	5	129	386	2.5	0.015
2	6	146.5	25.79	0.205	0.0065	2	6	148	496	3.2	0.04
3	7	162	32.8	0.28	0.011	3	7	169	565	4.6	0.2
4	8	191.5	59.5	0.49	0.0135	4	8	193	543	5.1	0.125
5	9	221	86.2	0.7	0.016	5	9	217	521	5.6	0.05
6	10	255	130.6	2.2	0.064	6	10	250	501	6.6	0.055
7	11	282	154.5	2.2	0.05	7	11	283	481	7.6	0.06
8	12	315	192.3	3	0.05	8	12	310.5	507.5	9.05	0.12
9	13	342	262.2	7.8	0.14	9	13	338	534	10.5	0.18
10	14	363	318	7	0.05	10	14	366	945	19.85	0.1465
11	15	384	341	7.2	0.04	11	15	394	1356	29.2	0.113

En las Figuras 10 y 11 se muestran las gráficas de las principales características de la vibración, tanto del rotor antes del balanceo como después de ser balanceado dinámicamente, estas características además de ayudar a identificar las causas de vibración, ayudan a determinar si las condiciones de operación del equipo son estables, de tal manera que no causarán problemas en nuestro equipo a corto o mediano plazo. En nuestro análisis resultó evidente la diferencia en las características que fueron medidas antes y después del balanceo.

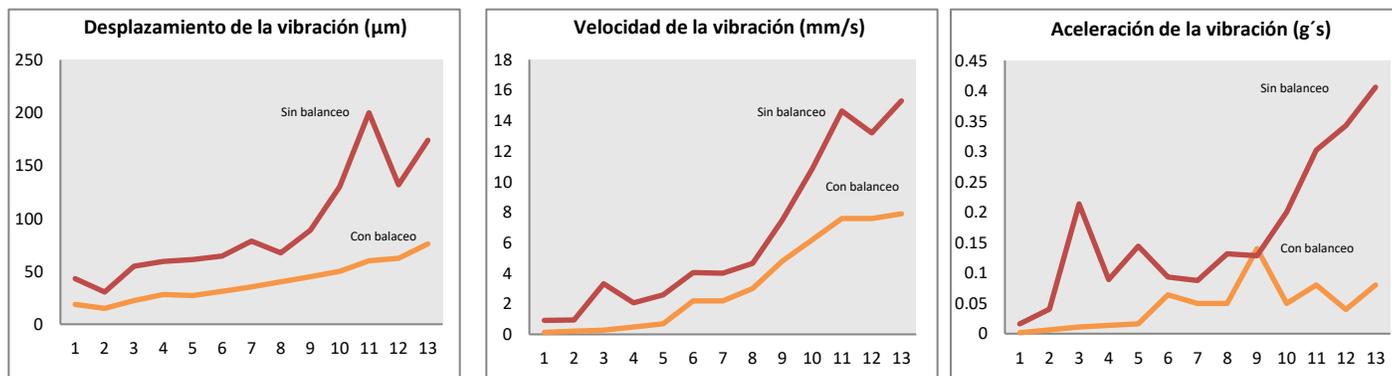


Figura 10. Gráficas comparativas de las características de la vibración en la posición vertical.

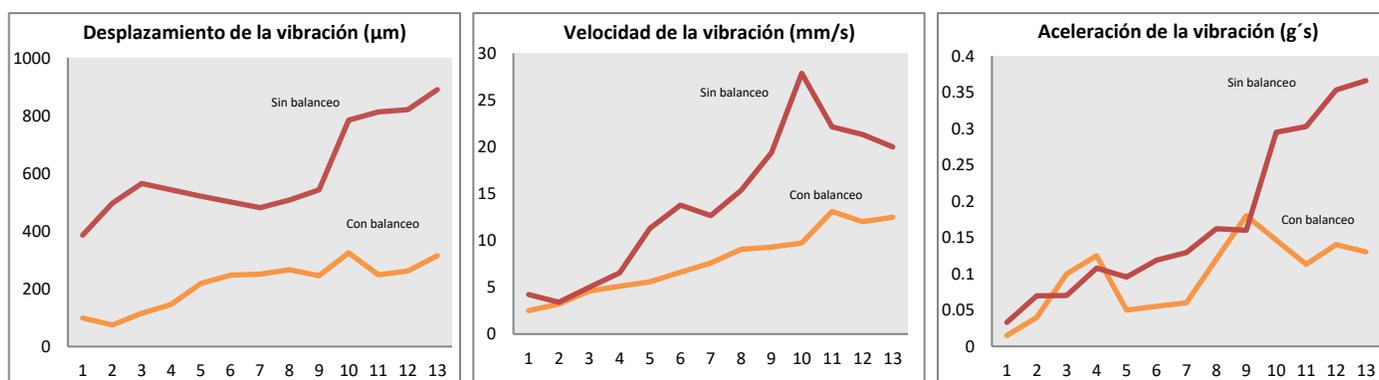


Figura 11. Gráficas comparativas de las características de la vibración en la posición horizontal.

### Conclusiones

Se logró realizar un balanceo dinámico en una máquina balanceadora, para reducir las vibraciones de un aerogenerador con álabes de PVC manufacturados en taller. Posterior al balanceo, se realizaron las mediciones de las vibraciones y se procedió a su análisis, encontrando que los niveles obtenidos se encuentran en los niveles permisibles de acuerdo a las cartas de severidad y en comparación con las mediciones que se realizaron antes del balanceo, las tres características medidas disminuyeron considerablemente como se puede apreciar en las gráficas.

Con el desarrollo de este trabajo se logra la disminución de los niveles de vibración de un aerogenerador tipo X-400, logrando así, aumentar la vida útil del propio aerogenerador y de las distintas partes que lo conforman, al sustituir los álabes de fábrica por álabes de elaboración propia.

### Referencias

Comisión Federal de Electricidad, “Generación de Energía Eléctrica en México”, México 2012, <http://www.cfe.gob.mx>

Spinadel Erico, “Energía Eólica”, Editorial Nueva Librería, Argentina 2009.

Sánchez Cornejo L., “Potencia generada en una turbina eólica con álabes artesanales” tesis de licenciatura en Ingeniería Mecánica, UMSNH, México 2014.

González Barajas J., “Medición y análisis de vibraciones en un aerogenerador tipo x-400 con diferentes tipos de álabes” tesis de licenciatura en Ingeniería Mecánica UMSNH, México 2015.

Singiresu S. Rao, “Vibraciones Mecánicas” quinta edición, Pearson Educación, México, 2012.