

# NANOPARTICULAS DE Cu EN HIDROGELES DE QUITOSÁN- PVA Y SU EFECTO EN EL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES EN CHILE JALAPEÑO

Zeus Huitzilopochtli Pinedo-Guerrero<sup>1</sup>, Antonio Juárez-Maldonado<sup>2</sup>, Alma Delia Hernández-Fuentes<sup>3</sup>, Hortensia Ortega-Ortiz<sup>4</sup> y Adalberto Benavides-Mendoza<sup>5</sup>.

**Resumen-** La nanotecnología promete revolucionar toda la cadena alimentaria, las nano partículas en baja concentración crean efectos estimulantes en el crecimiento de la planta. Se cree que el efecto estimulante de las nano partículas de Cu está relacionado con la inducción de la actividad antioxidante por lo tanto el objetivo del trabajo fue conocer las respuestas bioquímicas de la inducción con nCu en el contenido de antioxidantes en plantas de chile jalapeño tratadas con hidrogeles de quitosán-pva. Se evaluó la capacidad antioxidante por los métodos de ABTS y DPPH, el contenido de Fenoles Totales y Flavonoides observándose un aumento la capacidad antioxidante medida por los métodos ABTS y DPPH así como aumento el contenido de Fenoles Totales y de Flavonoides.

**Palabras Clave-** Nanopartículas, Cobre, Quitosán-pva, Antioxidantes, Jalapeño

## Introducción

El cultivo del chile se encuentra entre las hortalizas más cultivadas en el mundo, ha representado desde tiempos inmemoriales, un elemento básico dentro de la dieta de los mexicanos, adicionalmente tiene beneficios extra nutricionales y se utiliza con fines industriales (SIAP, 2010). La nanotecnología ha desatado enormes perspectivas para el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones en una amplia gama de sectores industriales y de consumo, promete revolucionar toda la cadena alimentaria, desde la producción hasta el procesamiento y almacenamiento de hortalizas y otros productos durante postcosecha (Lili *et al.*, 2011). Las plantas pueden sufrir toxicidad por las nano partículas debido a que pueden afectar varios procesos fisiológicos y bioquímicos (Navarro *et al.*, 2008). Sin embargo, es conocido que el efecto toxico depende de la concentración, las nano partículas en baja concentración crean efectos estimulantes en el crecimiento de la planta (Iavicoli *et al.*, 2014). Por otra parte, el quitosán es un polímero lineal formado por monómeros de D-Glucosamina, es un producto natural derivado de la quitina se deriva de las conchas de crustáceos principalmente (Hernández, 2004). El alcohol polivinílico es un polímero sintético obtenido por hidrólisis ácida o básica del acetato de polivinilo, a pesar de su origen sintético es un polímero biodegradable y biocompatible (Aguilar *et al.*, 2004), sirve para dar estabilidad a los hidrogeles. El quitosán tiene la habilidad de quelatar minerales y otros nutrientes haciéndolos más disponibles para que la plantas los tome (White y Brown 2010). La unión con los metales es por su grupo funcional (amino e hidroxilos) incluso en ratios muy altos de diluciones el quitosán fue capaz de retener iones Kamari *et al.* (2011). Recientemente algunos estudios han demostrado que las nano partículas de Cu son absorbidas por las plantas y acumuladas en las células de la raíz, hojas y otros tejidos (Shi *et al.*, 2014). Se cree que el efecto estimulante de las nano partículas de Cu está relacionado con la inducción de la actividad antioxidante. Por lo tanto el objetivo del trabajo fue conocer las respuestas bioquímicas de la inducción con nCu en el contenido de antioxidantes en plantas de chile jalapeño tratadas con hidrogeles de quitosán-pva.

<sup>1</sup> El Ing. Zeus Huitzilopochtli Pinedo Guerrero es estudiante de la Maestría en Ciencias en Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México [ing.zeuspinedo@gmail.com](mailto:ing.zeuspinedo@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Antonio Juárez Maldonado es profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México [juma841025@hotmail.com](mailto:juma841025@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> La Dra. Alma Delia Hernández Fuentes es profesor investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [hfad@hotmail.com](mailto:hfad@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. Hortensia Ortega Ortiz es profesor investigador del Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México [hortensia.ortega@ciqa.edu.mx](mailto:hortensia.ortega@ciqa.edu.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Adalberto Benavides Mendoza es profesos investigador en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [abenmen@gmail.com](mailto:abenmen@gmail.com)

## Descripción del Método

### *Síntesis de hidrogeles de quitosán-polivinil alcohol (Cs-PVA) y absorción de nano partículas Cu en los hidrogeles*

La síntesis de los hidrogeles de Cs-PVA se realizó en la planta piloto del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA) según la metodología siguiente: primeramente se disolvieron 250 mL de quitosán marca Marine Chemical y  $M_v=200,000$  g/mol al 2% y 250 mL de polivinil alcohol (PVA) marca Aldrich de  $M_w=30,000$  a 50,000 y 98% de hidrólisis al 4% mezclándolos por dos horas a 300 rpm y 60°C para obtener un hidrogel en una relación 1:2 (Cs:PVA); posteriormente se agregan 2.27 mL del entrecruzante (glutaraldehído al 50%) a 450 rpm por 5 minutos a 25°C, después se agregaron 100 mL de NaOH al 6% a 300 rpm, y 25°C por una hora. En seguida se hizo un lavado y purificación de los hidrogeles de Cs-PVA con agua destilada y etanol, por último se secaron y se pesaron.

Las Nano partículas de Cu usadas en este trabajo fueron adquiridas en Sky Spring nanomaterials Inc. (USA) con morfología esférica, pureza del 99.8% y diámetro promedio de 25 nm. 100 mg de las Nano partículas de Cu se dispersaron en una solución de Tween al 1% por ultrasonido durante 5 minutos (potencia de 50 watts y frecuencia del 70%), luego se prepararon diluciones para obtener concentraciones de 10, 2, 0.2 y 0.02 mg, las cuales posteriormente se absorbieron en 1 gramo de hidrogel de Cs-PVA y se secaron a una temperatura de 60°C.

### *Desarrollo experimental de las plantas de chile en invernadero*

Se establecieron plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) híbrido var. Grande en un invernadero tipo multitunel, con cubierta de polietileno del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la temperatura promedio fue de 22.4 °C, mientras que la radiación fotosintética activa fue un promedio de 677.15  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  y humedad relativa promedio del 62%. La densidad de plantación fue de tres plantas por metro cuadrado. Como sustrato se usó una mezcla de peat moss y perlita (50:50 v/v) colocado en bolsas de polietileno color negro de 12 L de capacidad. Para aplicar los tratamientos, previo al trasplante se distribuyó 1 g de hidrogel de Cs-PVA en la parte baja, media y alta de la maceta para tener una mejor dispersión de las Nano partículas de Cu en el sustrato y en el área radicular de la planta. Se utilizó un sistema de riego dirigido y se usó la solución nutritiva Steiner (Steiner, 1961) manejada en diferentes concentraciones: las primeras dos semanas después del trasplante se aplicó al 25%, la tercera y cuarta semana al 50% y el resto del ciclo del cultivo al 75%, cabe aclarar que esta solución nutritiva contenía 0.15 ppm de Cu en forma quelatada. Los tratamientos utilizados fueron: un testigo absoluto, hidrogel de Cs-PVA (quitosán al 2% y PVA al 4%) y cuatro tratamientos con 0.02, 0.2, 2 y 10 mg de las Nano partículas de Cu absorbidas en los hidrogeles de Cs-PVA.

### *Almacenamiento de frutos*

Los frutos de chile jalapeño cosechados se almacenaron a temperatura ambiente y bajo refrigeración para ver la influencia de las nano partículas de Cu en la calidad postcosecha. Las condiciones de almacenamiento fueron a una temperatura ambiente de  $20 \pm 1$  °C y bajo refrigeración con una temperatura constante de 10°C y humedad relativa del 80%.

### *Determinación de actividad antioxidante del radical ABTS*

Se realizó por la metodología descrita por Re *et al.*, (1999) la cual se basa en la decoloración del catión radical ABTS. El radical ABTS a) 7  $\mu\text{M}$ , se hizo reaccionar con persulfato de potasio (Mallinckrodt Chemicals, USA) 2.45  $\mu\text{M}$ , mezclando ambos reactivos, en una proporción de 1:1. Esta mezcla se dejó en reposo cubierta con papel aluminio aproximadamente 16 horas, antes de comenzar las determinaciones. Una vez formado el radical ABTS se diluyó con etanol al 20%, hasta alcanzar una absorbancia comprendida entre  $0,7 \pm 0,01$  a 734 nm. Se midió la absorbancia inicial en una celda de cuarzo y posteriormente se agregó 100 $\mu\text{L}$  del extracto de chile, se agitó rápidamente y se midió el cambio de absorbancia a los 6 min de la reacción. Se calculó la actividad antioxidante usando una curva estándar de ácido ascórbico con una concentración de 95-125 mg EAA /L, dando una  $R^2=0.9977$ . Los resultados fueron expresados en mg EAA/100g de chile.

### *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH*

Se colocaron en una celda de cuarzo 2.5 mL de DPPH (Sigma Aldrich, USA) de una solución metanólica de DPPH  $6,1 \times 10^{-5}$  M y se hicieron reaccionar con 0.5 mL de solución de chile, la mezcla se dejó reposar en la oscuridad durante 30 min, y se leyó a 517 nm el cambio de absorbancia. La actividad antioxidante fue determinada usando una curva estándar con ácido ascórbico (0-80 mg/L) dando una  $R^2=0.999$ . Los resultados fueron expresados en mg equivalentes de ácido ascórbico (mg EAA/100g de chile) (Brand-Williams, *et al.*, 1995)

### *Determinación de fenoles totales*

Se llevó a cabo mediante la metodología de Folin- Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Se pesó 1g de chile liofilizado y se hidrató con 20ml de agua destilada hasta obtener una mezcla homogénea la cual se centrifugó a 17500 XG y se decantó. Se tomaron 0.5 mL del sobrenadante y se adicionaron en tres tubos de ensayo cubiertos con

papel aluminio, se mezclaron con 2.5 mL del reactivo diluido (1:10) de Folin-Ciocalteu 0.2N (Sigma Aldrich, USA) dejándolos reposar por 5 min. Posteriormente se adicionaron 2mL de la solución de carbonato de sodio al 7.5% hasta lograr una mezcla homogénea. Se dejaron reposar durante 2 horas y después se leyó la absorbancia de la mezcla en un espectrofotómetro (Varian CARY 100BIO, Italia) con celdas de cuarzo, a una longitud de onda de 760nm. Los resultados obtenidos, se expresaron en miligramos de equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g de chile) de acuerdo a la curva de calibración de ácido gálico con una  $R^2=0.9957$  en concentraciones de 20-80 mg/L.

#### *Contenido de flavonoides totales*

Se realizó mediante el método Dowd, adaptado por Arvouet-Grand *et al.*, (1994). Se utilizó una solución de tricloruro de aluminio ( $AlCl_3$ ) (Fermont, Monterey, Mex.) al 2% en metanol. Se pesó 0.1 g de chile liofilizado y se aforó con 10 mL de metanol y se homogenizó, posteriormente se filtró con papel Whatman No. 1. Se colocó 2 mL de la muestra filtrada más 2 mL de la solución metanólica de  $AlCl_3$  y se dejó reposar durante 20 min en la obscuridad. Transcurrido el tiempo se colocó en una celda de cuarzo a una absorbancia de 415 nm en un espectrofotómetro. El contenido total de flavonoides fue determinado usando la curva de calibración con quercetina (0-50mg/L) dando una  $R^2=0.9946$  con concentraciones de 200-400mg/L, los resultados fueron expresado en mg equivalentes de quercetina (mg EQ/100g de chile).

#### *Diseño experimental*

El cultivo se estableció usando un diseño experimental en cuadro latino (6x6), con seis tratamientos y 18 unidades experimentales por tratamiento. Para las variables evaluadas se usó un diseño completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento.

Para el análisis estadístico de cada una de las variables se utilizó el programa estadístico InfoStat, en el que se realizó un análisis de varianza y prueba de medias de Fisher LSD ( $\alpha \leq 0.05$ ).

## **Resultados**

#### *Capacidad antioxidante mediante el método del radical ABTS y radical DPPH*

Se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 1) en frutos bajo refrigeración y en temperatura ambiente, el mayor contenido almacenado a temperatura ambiente se observó en el tratamiento de Cs-PVA + 0.02 mg nCu (121.79 mg EAA/100g) mientras que en los frutos refrigerados el mayor contenido se observó en el testigo absoluto (120.22 mg EAA/100g), valores menores a los reportados por Loizzo *et al.* (2015). En pimiento cultivas Yelow Cayenne fresco con valores de 143.3 Se observaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 6) en la capacidad antioxidante mediante el método del radical DPPH en frutos almacenados bajo temperatura ambiente y bajo refrigeración observando la mayor capacidad antioxidante bajo temperatura ambiente en frutos del tratamiento Cs-PVA + 10 mg nCu (114.35 mgEAA/100g) y en frutos refrigerados en frutos del tratamiento Cs-PVA + 0.02 mg (108.69 mg EAA/100g) ambos valores más altos a los reportados por Bae *et al.* (2012) en frutos de jalapeño cultivar Ixtapa con valores de 95.1 usando hexano como solvente para su extracción y menores a los reportados por Loizzo *et al.* (2015). En pimiento cultivas Yelow Cayenne fresco con valores de 359.9. Lo observado puede deberse a lo antes comentado que posiblemente sea una respuesta fisiológica y bioquímica debido al tamaño del nCu ya que puede atravesar fácilmente las paredes celulares para interactuar con las estructuras intracelulares (Shobha *et al.* (2014).

#### *Contenido de fenoles totales*

Se observaron diferencia estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 1) en frutos almacenados a temperatura ambiente y refrigerada. Observando el mayor contenido en frutos almacenado a temperatura ambiente en el tratamiento Cs-PVA + 2.0 mg nCu (64.71 mg EAG/100g) en frutos bajo refrigeración el mayor contenido se observó en frutos del tratamiento Cs-PVA + 0.2 mg nCu (63.18 mg EAG/100g) ambos mayores a los reportados por Bae *et al.* (2012) en frutos de jalapeño cultivar Ixtapa con valores de 32.5. Lo encontrado son valores menores a los reportados por Juárez-Maldonado *et al.* (2016) en frutos de tomate tratados con nCu y quitosán, aunque el no observo diferencias entre los tratamientos diferente a lo observado en el presente trabajo ya que la aplicación de nCu tuvo un efecto positivo aumentado el contenido de fenoles totales.

#### *Contenido de flavonoides*

Mostró diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Tabla 1) en frutos almacenados bajo condiciones de temperatura ambiente y refrigeración, observándose que la refrigeración aumento el contenido de flavonoides y el mayor contenido lo mostró el tratamiento Cs-PVA + 0.02 mg nCu bajo condiciones de temperatura ambiente (277.29 mg EQ/100g) y refrigeración (343.26 mg EQ/100g) Valores mucho más altos a los reportados por Bae *et al.* (2012) en frutos de jalapeño cultivar Ixtapa

| Tratamiento           | ABTS (mg<br>EAA/100g)  | Temperatura ambiente         |  |                             | Refrigerado                  |                              |  |                             |
|-----------------------|------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|
|                       |                        | DPPH<br>(mg<br>EAA/100<br>g) | Fenoles<br>Totales<br>(mgEAG<br>/100g) | Flavonoides<br>(mg EQ/100g) | ABTS<br>(mg<br>EAA/1<br>00g) | DPPH<br>(mg<br>EAA/100<br>g) | Fenoles<br>Totales<br>(mgEAG/1<br>00g) | Flavonoides<br>(mg EQ/100g) |
| Testigo absoluto      | 117.10 bc <sup>z</sup> | 107.27 c                     | 61.07 b                                | 245.92 d                    | 120.22<br>a                  | 87.68 d                      | 62.22 b                                | 292.85 c                    |
| Cs-PVA                | 115.94 cd              | 105.15 c                     | 61.85 b                                | 248.74 d                    | 103.08<br>c                  | 96.16 c                      | 31.93 e                                | 300.54 b                    |
| Cs-PVA+0.02 mg<br>nCu | 121.79 a               | 78.03 de                     | 54.29 c                                | 277.20 a                    | 102.27<br>c                  | 108.69 a                     | 56.44 d                                | 343.23 a                    |
| Cs-PVA+0.2 mg<br>nCu  | 118.93 b               | 94.34 d                      | 61.67 b                                | 270.80 b                    | 104.72<br>bc                 | 82.93 e                      | 63.18 a                                | 262.59 e                    |
| Cs-PVA+2.0 mg<br>nCu  | 113.49 d               | 109.90 b                     | 64.71 a                                | 184.90 e                    | 95.94 d                      | 94.85 c                      | 29.93 f                                | 299.51 b                    |
| Cs-PVA+10 mg<br>nCu   | 114.10 d               | 114.35 a                     | 55.44 c                                | 261.31 c                    | 108.66<br>b                  | 103.74 b                     | 59.93 c                                | 276.95 d                    |
| CV (%)                | 1.25                   | 1.25                         | 1.32                                   | 0.66                        | 2.19                         | 1.63                         | 1.01                                   | 0.55                        |

<sup>z</sup>Valores con las mismas letras dentro de la columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de LSD Fisher  $P \leq 0.05$ . CV (%): Coeficiente de variación.

Tabla 1. Capacidad antioxidante por ABTS y DPPH, Fenoles Totales y Flavonoides en frutos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) var. Grande tratadas con Quitosán-alcohol polvnilico (Cs-PVA) y distintas concentraciones de Nano partículas de cobre (nCu) almacenadas a temperatura ambiente ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ) y bajo condiciones de refrigeración ( $10^\circ\text{C}$  y 80% HR).

### Conclusiones

Con la aplicación de Nano partículas de Cu en hidrogeles que quitosán-PVA, se observó un aumento en la capacidad antioxidante medida por el radical ABTS así como con el radical DPPH.

El contenido de fenoles totales y flavonoides se aumenta con la aplicación de las nano partículas de cobre

La refrigeración afecto en el contenido de antioxidantes por el radical ABTS y DPPH disminuyendo su contenido, en los fenole totales no se observa una tendencia, mientras que en el contenido de flavonoides tuvo un efecto positivo aumentando estos.

### Referencias

- Aguilar P. M., Mayorga, A. A., Tapia, P.I.2004: "Quitina y Quitosano: Obtención Caracterización y Aplicaciones", Lima, Fondo Editorial de la PUCP.
- Arvouet-Grand A, Vennat B, Pourrat A, Legret P (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants= Standardization of a propolis extract and identification of the main constituents. J. de pharmacie de Belgique, 49(6): 462-468.
- Bae H., Jayaprakasha G.K., Jifon J. Patil B.S. 2012. Variation of antioxidant activity and the levels of bioactive compounds in lipophilic and hydrophilic extracts from hot pepper (*Capsicum* spp.) cultivars. Food Chemistry 134. 1912-1918.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm Wiss Technology 1995; 28:25-30
- Hernandez, I. 2004: Revisión bibliográfica La quitosana: un producto bioactivo de diversas aplicaciones. Cultivos Tropicales Vol. 25 no. 3 p-97-110.
- Iavicoli, I. Fontana, L., Leso, V., Calabrese, E.J., 2014: Hormetic dose-responses in nanotechnology studies. Science of the Total Environment 487, 361-374. Plant Physiol. 160, 859-863
- Juárez-Maldonado, A. Ortega-Ortiz, H., Pérez-Labrada, F., Cadenas-Pliego, G., Benavidez-Mendoza, A. 2016: Cu nanoparticle absorbed on chitosan hydrogels positively alter morphological production and quality characteristics of tomato. Journal of Applied Botany and Food Quality 89, 183-189
- Kamari, A., Pulford, I.D., and Hargreaves, J.S. (2011a). Chitosan as a potential amendment to remediate metal contaminated soil- a characterisation study. Colloids Surf. B Biointerfaces. 82, 71-80.

Lili, H., Liu, Y., Mustapha, A., Lin, M. 2011. Antifungal activity of zinc oxide nanoparticles against *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*. *Microbiological Research*, 166:Pages 207–215.

Loizzo M. R., Pugliese A., Bonesi A., Menichini F., Tundis R., 2015 Evaluation of chemical profile and antioxidant activity of twenty cultivars from *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chacoense* and *Capsicum chinense*: A comparison between fresh and processed peppers. *Food Science and Technology* 64. 623-631.

Navarro E, Baun A, Behra R, Hartmann NB, Filser J, Miao AJ, Quigg A, Santschi PH, Sigg L (2008) Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants and fungi. *Ecotoxicol* 17:372–386

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yanga, M., Rice-Evans, CA. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med*, 26,1231-1237.

SHI, J., PENG, C., YANG, Y., YANG, J., ZHANG, H., YUAN, X., CHEN, Y., HU, T., 2014: Phytotoxicity and accumulation of copper oxide nanoparticles to the Cu-tolerant plant *Elsholtzia splendens*. *Nanotoxicology* 8, 179- 188.

Shobha, G. Moses, V., Ananda. S., 2014: Biological synthesis of copper nanoparticle and its impact- a review. *Int. J. Farmaceut. Sci. Invent.* 3, 28-38

Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means means of the Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299:152-78.

SIAP. 2010. Un panorama del cultivo del chile.

SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTOS, R.M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299, 152-178.

White, P.J., and Brown, P.H. (2010). Plant nutrition for sustainable development and global health. *Ann. Bot.* 105, 1073-1080.

## EL PERFIL DE LA MUJER EMPRENDEDORA DE LAS COMISARÍAS DE MÉRIDA, YUCATÁN

Dra. Leny Michele Pinzón Lizarraga<sup>1</sup>, Dra. Rocío Aguiar Sierra<sup>2</sup>,  
M.C. Mónica Isabel López Cardoza<sup>3</sup> y Lic. Sara Hernández Moreno<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente trabajo de investigación busca poder identificar cuáles son las características personales, familiares y sociales de las mujeres emprendedoras de las comisarías de Mérida, Yucatán, así como las características socioeconómicas de sus empresas, de tal forma que se pueda crear un perfil de la misma con el objeto de tener una idea más clara de sus experiencias y situaciones personales, es decir, información que refleje la realidad de las mismas con el objeto que dichos datos puedan servir como base para la generación de apoyos (públicos o privados) en relación a lo que realmente requieren para que sus negocios prosperen y perduren a través de los años, de tal manera que puedan mejorar su calidad de vida, el de su familia y el de su comunidad.

**Palabras clave**— mujer, emprendedor, empresa, emprendimiento.

### Introducción

A lo largo de los años la inserción de la mujer en diferentes ámbitos de la vida social ha ido evolucionando, uno de los aspectos más característicos se presenta en el siglo XX, pues existe un mayor auge en la penetración de las mujeres en espacios que eran tradicionalmente ocupados por hombres, como son, los laborales, científicos, culturales y políticos (Acosta, 2004).

En los últimos estudios realizados a las actividades emprendedoras, se ha dado más énfasis al acceso que han tenido para obtener recursos financieros, y no están considerando otros factores, tales como, la condición social, el medio, los lazos afectivos y sociales, a partir de los cuales los individuos deciden iniciar un emprendimiento (Allen, 2008, en Heller, 2010). La importancia de analizar a las emprendedoras es en parte porque “no existe información histórica y confiable acerca de sus perfiles y sus emprendimientos” (Ey México, 2014, p.6).

Se concluye, que ante la falta de oportunidades para ingresar al mercado laboral remunerado y/o por la necesidad de mantenerse a sí mismas y/o a su familia o simplemente por superación personal, algunas mujeres han decidido emprender su propio negocio, no obstante, no se cuenta con la información suficiente acerca de su motivación, sus debilidades, sus fortalezas, las dificultades a las cuales se enfrentan, la influencia de la familia, entre muchos otros aspectos que no están claramente definidos, y que pueden llevar a no alcanzar los objetivos de programas o apoyos destinados a emprendedores que son obtenidos por mujeres ya que sus características varían respecto a los varones, así lo ratifica Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES, 2003, p.16) al indicar que “las empresas establecidas por mujeres presentan características que deben ser evaluadas cuando se aplican programas de fomento económico o se diseñan estrategias para promover su desarrollo, ya que éstas varían en comparación con las empresas creadas por los hombres”.

Considerando los factores mencionados con anterioridad, este estudio pretende analizar y definir aquellas características de las mujeres emprendedoras de las comisarías de Mérida, Yucatán, con la finalidad de conocer sus experiencias, las dificultades a las cuales se han enfrentado, su situación familiar, social y económica, los apoyos recibidos, motivos de emprendimiento, entre otros, de modo que se pueda establecer un perfil general de la misma. Asimismo, identificar las características que tienen los negocios que han emprendido.

De ahí que el objetivo general consista en identificar y definir el perfil personal, familiar, y social de las mujeres emprendedoras de las comisarías de Mérida, Yucatán, así como el perfil socioeconómico de sus negocios.

De este objetivo se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las características familiares de las mujeres emprendedoras
- Identificar las características sociales de las mujeres emprendedoras
- Identificar las características personales de las mujeres emprendedoras
- Analizar las semejanzas y diferencias de las características familiares, socioeconómicas y personales de las mujeres emprendedoras de cada una de las comisarías de Mérida, Yucatán.

<sup>1</sup> Dra. Leny Michele Pinzón Lizarraga y <sup>[2][3]</sup> Profesor en la Licenciatura y Maestría en Administración del Instituto Tecnológico de Mérida, en Yucatán [lenypinzon@gmail.com](mailto:lenypinzon@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dra. Rocío Aguiar Sierra [raguiar@prodigy.net.mx](mailto:raguiar@prodigy.net.mx)

<sup>3</sup> M.C. Mónica Isabel López Cardoza [monabel7@hotmail.com](mailto:monabel7@hotmail.com)

<sup>4</sup> L.A. Sara Hernández Moreno egresada de la Licenciatura en Administración del IT de Mérida [sara\\_hdez\\_moreno@hotmail.com](mailto:sara_hdez_moreno@hotmail.com)

- Identificar las características socioeconómicas de los negocios que han emprendido las mujeres de las comisarías de Mérida, Yucatán.
- Analizar los resultados para desarrollar un perfil general de la mujer emprendedora y su negocio de las comisarías de Mérida, Yucatán

Los microempresarios en México constituyen una gran mayoría en las actividades productivas por lo que contribuyen de manera importante al ingreso nacional y son las principales fuentes de empleo (INMUJERES, 2003). Así mismo, de acuerdo con Lewis (2014, para. 8) de la población total de los emprendedores en México (20% de la población económicamente activa), solamente el 19% son mujeres a comparación de los hombres que representan el 81%.

Ante la necesidad de fomentar la creación de nuevas empresas, especialmente por mujeres, se busca recabar la información necesaria para que ésta sirva de referencia o guía para las personas con la intención de emprender un negocio, así mismo, estos resultados pueden servir para fomentar el espíritu emprendedor en mujeres con deseos de desarrollar sus propias empresas.

También es necesario recoger sus experiencias, ya que a través de ellas se pueden identificar cuáles son aquellos factores que favorecen u obstaculizan el éxito de sus negocios, de tal forma, que se les puedan brindar apoyos (financiero, capacitación, redes de contactos) en base a lo que realmente necesitan, para que el gobierno y/o otras instituciones públicas o privadas puedan intervenir para facilitar sus procesos de emprendimiento, esto considerando la importancia que tienen los proyectos emprendedores en el desarrollo económico de los países, principalmente por la generación de empleo.

Directamente esta investigación busca beneficiar a las mujeres emprendedoras, que los organismos que brindan apoyos a negocios emprendedores cuenten con la información actualizada y que la misma se encuentre disponible para cualquier persona que tenga interés en la investigación o como referencia de investigaciones relacionadas.

Los hombres continúan siendo el principal sustento económico de los hogares mexicanos, esto en base a los roles establecidos por la sociedad, ya que en ellos recae la responsabilidad de ser los proveedores de sus familias para satisfacer las necesidades básicas de la misma, sin embargo, en la actualidad, la mujer también es proveedora económica incluso cuando también se dedican a otras actividades como las tareas domésticas y el cuidado de niños y ancianos (García, 2012). En el caso de las mujeres que se autoemplean por medio del emprendimiento de un negocio, Miguel Marón indica que éstas son el “pilar de la economía y motor en la transformación del país” (Secretaría de Economía, 2015, para.5).

Hoy en día existen menos oportunidades para la obtención de un empleo, no obstante, las personas tienen ciertas necesidades personales y familiares que requieren satisfacer, es por ello que es necesario crear fuentes propias de trabajo que puedan sustentar la economía personal y familiar, por lo cual, va cobrando gran importancia los proyectos de los emprendedores que permitan la generación del autoempleo y a que a su vez forjen nuevas empresas que generen nuevos empleos a la sociedad (Herrera y Brown, 2006).

En el estado de Yucatán, respecto a un estudio realizado en municipios rurales (Pinzón, 2013), se determinó que las mujeres y sus negocios cuentan con las siguientes características:

- La mayoría de ellas tienen un rango de edad entre los 30 y los 59 años y su nivel escolar predominante es la primaria y la secundaria
- Tienen un nivel de autoestima bajo
- El capital inicial proviene primeramente de ellas mismas, seguido de la pareja y los hijos y por último de la familia extendida.
- La pareja y la familia participan en el negocio e influyen en la toma de decisiones
- No tienen un sueldo asignado en el negocio y la mayoría no cuenta con empleados
- La mujer no tiene capacidad de ahorro.
- Prácticamente no hacen uso de apoyos
- Tienen necesidad de capacitación

### **Descripción del Método**

De acuerdo a las características de la investigación, ésta tiene un enfoque mixto. El aspecto cualitativo recae en obtener información de primera mano a través de una entrevista dirigida realizada a un grupo de mujeres que formará parte del estudio, y que permita analizar sus realidades, experiencias y opiniones personales. En relación al aspecto cuantitativo, se trata de una investigación descriptiva ya que se busca tener información de las características de las mujeres emprendedoras, de tal manera que se pueda establecer un perfil general de las mismas. El instrumento abordará 4 variables de estudio que permitan identificar las características personales, sociales y familiares de las mujeres, así como identificar las características socioeconómicas de sus negocios.

Con base en los tiempos o momentos en lo que se realizó la recolección de datos, se trata de una investigación transversal ya que solamente se recolectaron una sola vez. De acuerdo a su diseño se trata de una investigación no experimental ya que se obtienen los datos de acuerdo a cómo ocurren en la realidad.

Para el estudio se establecieron los siguientes supuestos de investigación.

1. Con base en las características de la mujer emprendedora:
  - Frecuentemente emprenden por necesidad económica
  - El cónyuge tiene una fuerte influencia en ella y en las decisiones del negocio
  - Frecuentemente tienen estudios de nivel medio superior o superior
  - El miedo a fracasar es su mayor obstáculo
  - La familia y sus actividades del hogar afectan las actividades del negocio
2. Con base en las características de los negocios establecidos:
  - Se concentran en el mercado local y en el sector informal
  - El giro del negocio está asociado con su sexo
  - Frecuentemente, son ellas quienes hacen la principal inversión y si se asocian es con la familia o amigos, a quienes consideran sus principales apoyos.
  - Frecuentemente hacen uso de la tecnología como una ventaja para su negocio
  - No es frecuente el uso de apoyos porque lo desconocen o el trámite les parece demasiado burocrático

Para efectos de esta investigación se consideró como la población a las mujeres de las comisarías de Mérida, Yucatán, entre las que se encuentran: Candel, Chablekal, Cholul, Cosgaya, Dzityá, Dzununcán, Komchén, Molas, San José Tzal, Sierra Papacal y Sitpach. Así mismo, se consideraron aquellas mujeres que trabajan por cuenta propia y aquellas mujeres que son empleadoras, de acuerdo con los datos del INEGI (2010), la población estaría integrada por 1,124 mujeres, obteniendo por fórmula una muestra de 286 mujeres.

Para la investigación se utilizó un cuestionario constituido por 104 preguntas, dividido en dos apartados generales: (a) el perfil de la mujer, que incluye variables sociales, familiares y personales; y (b) un apartado acerca de las características socioeconómicas de sus negocios.

El procedimiento para localizar a las mujeres que participaron en la investigación fue mediante la visita a sus comunidades; visitando directamente los negocios y/o preguntando a los pobladores, de tal manera que se puedan identificar aquellas que podían ser sujetos de estudio.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

A continuación se presentan los resultados de los datos demográficos de la investigación. La muestra quedó distribuida en 20.6% (61) mujeres de Cholul, 20.3% (60) de Candel, 14.9% (44) de Komchén, 12.2% (36) de Chablekal, 7.8% (23) de San José Tzal, 7.4% (22) de Dzityá, 4.7% (14) de Molas y el mismo porcentaje para Sitpach, 3% (9) en Dzununcán y Sierra Papacal y 1.4% (4) de Cosgaya (ver cuadro 1).

| Comisarías     | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------|------------|------------|
| Candel         | 60         | 20.3       |
| Cosgaya        | 4          | 1.4        |
| Chablekal      | 36         | 12.2       |
| Cholul         | 61         | 20.6       |
| Dzityá         | 22         | 7.4        |
| Dzununcán      | 9          | 3.0        |
| Komchén        | 44         | 14.9       |
| Molas          | 14         | 4.7        |
| San José Tzal  | 23         | 7.8        |
| Sierra Papacal | 9          | 3.0        |
| Sitpach        | 14         | 4.7        |
| Total          | 296        | 100.0      |

Cuadro 1. Distribución de la población participante por Comisaría del municipio de Mérida.

Los resultados demográficos de las mujeres emprendedoras de las comisarías de Mérida, Yucatán, indican que:

- Tienen un rango de edad entre los 31 a los 60 años (74%)



- El 72% son casadas, 84% tiene un hijo y su religión es 74% católica.
- Un 85% sabe leer y escribir y su nivel de estudios predominante es la secundaria, aunque también hay un alto porcentaje de mujeres con primaria y primaria inconclusa

Por otra parte, se analizaron las características familiares de las mujeres, siendo los resultados los siguientes:

- En un 80% de los casos, la familia está de acuerdo con el negocio y en un 62% de los casos, la familia le ayudó a iniciar el negocio.
- Actualmente, el 52% de la familia (exceptuando la pareja) participan en el negocio, su intervención es como empleados (55%), apoyando en el negocio cuando es necesario (15%) y en la toma de decisiones (14%), siendo su participación en el negocio de 5 a 7 días a la semana (65%), de 3 a 8 horas al día (59%).
- En cuanto a las responsabilidades del hogar y del negocio, el 80% considera que éstas no interfieren entre sí, y las mujeres que consideran que les afectan es principalmente porque desatienden las labores de su casa y a sus hijos.

Respecto a los resultados de las parejas de las mujeres en relación al negocio:

- Un 76% de las mujeres tienen pareja o esposo y en un 85% cuentan con el apoyo de él en el negocio.
- En un 7% sus parejas no aceptan que se dedique al negocio y en un 5% les disgusta que ellas tengan un negocio.
- En un 68% de los casos, sus parejas participan activamente en el negocio, ya sea trabajando en el negocio (41%) o tomando decisiones (29%). Su participación es de 6 a 7 días a la semana (58%) y de 3 a 8 horas al día (58%).

Otra variable del estudio se trata de las características personales de la mujer, entre los resultados se encuentran:

- En cuanto a las decisiones de su negocio, ella las toma en un 71% y en un 16% ella y su pareja, sin embargo un 7% de la muestra no se sienten bien cuando toman decisiones ya que tienen temor a equivocarse.
- Cuando tienen problemas en el negocio, ellas son las primeras en tratar de resolverlo (54%) y como segunda opción piden apoyo a su pareja (26%).
- Los recursos que genera el negocio los maneja principalmente ella (76%).
- El 85% de ellas no tiene un sueldo asignado y tiene claro la importancia de reinvertir las ganancias, ya que un 90% de ellas indica que lo hace.
- Solamente el 63% de ellas ahorra para cualquier imprevisto y su principal forma de ahorro es en su casa. Siendo su ahorro entre los \$50 a los \$300 a la semana.
- El 89% se siente entre satisfecha y muy satisfecha por haber tener su negocio, sin embargo, un 50% de ellas considera que le causa en mucho y regular estrés.
- Al 80% de las mujeres le gusta arriesgarse.
- Y finalmente, al 23% de las mujeres que se les presentara la oportunidad de tener un trabajo remunerado dejarían su negocio, principalmente porque consideran que ganarían más y tendría un sueldo seguro.

En cuanto al aspecto social, los resultados son los siguientes:

- El 69% de las mujeres consideran que son admiradas en la comunidad.
- Un 89% considera que su negocio contribuye a mejorar su comunidad.
- Un 15% indica haber tenido problemas en su comunidad por tener un negocio, principalmente con la competencia, y por críticas y envidias.

#### *Características de los negocios*

En este aspecto se estudia su mercado, empleados, sus antecedentes, inicios, recursos, tecnología y apoyos.

En el cuadro 2 se observa que el 86.8% (257) de los negocios se encuentran dentro del sector comercial, el 8.1% (24) en el sector servicios y el 5.1% (15) en el sector industrial.

| Sector  | Frecuencia | Porcentaje |
|---|------------|------------|
| Comercial   | 257        | 86.8       |
| Industrial  | 15         | 5.1        |
| Servicios   | 24         | 8.1        |
| Total   | 296        | 100.0      |
| Cuadro 2. Distribución de los negocios por sector |            |            |

Así mismo, otros resultados indican que:

- El 73% de los negocios tienen hasta 10 años de funcionamiento.
- El 71% del espacio donde se encuentra el negocio es en la vivienda la mujer o en un local propio.
- Arriba del 84% su negocio cuenta con los servicios básicos de agua potable y energía eléctrica, pero menos del 16% cuenta con internet y teléfono fijo.
- En cuanto a su mercado, el 95% vende solamente en la comisaría, y el otro 5% vende en otros municipios, solo 0.3% vende en otros estados.
- El 40% manifiesta tener empleados, y de estos el 87% son familiares, siendo la confianza y el ayudarlos los principales motivos para contratarlos.
- El 63% de los negocios trabaja en la informalidad, y del 27% que se encuentra dado de alta en Hacienda, solo un 32% paga impuestos al gobierno, siendo ella o un contador quienes realizan los pagos en un 50% de los casos.
- En un 58% de los casos la idea de emprender un negocio fue de ella, un 10% de ella y su pareja, y un 8% su pareja.
- En un 80% de los negocios, estos tuvieron una inversión inicial de los \$0 a los \$10,000; siendo en un 47% ella quien puso el dinero, un 18% lo puso su pareja y un 17% ella y alguien más. Así mismo, su principal motivo para emprender un negocio fue primeramente por necesidad económica (46%), por superación personal (31%) y como una opción para trabajar (27%).
- En un 35% de los casos, sus padres tienen o tuvieron un negocio propio.
- La mayoría de ellas no utiliza los servicios de algún profesionista (72%), y quienes lo hacen utilizan mayormente a un contador (66%).
- En cuanto a la tecnología, solamente un 27% hacen uso de ella, siendo los principales motivos para no usarlo, que no lo necesitan o no saben usarlo. Y quienes lo utilizan es para contactar a sus clientes y para anunciarse.
- Entre lo que consideran las mujeres que necesita su negocio para mejorar se encuentran en orden ascendente: obtener financiamiento, mejorar su infraestructura, su mobiliario y equipo y tener más producto para vender.
- En cuanto a la capacitación, el 51% de ellas considera que le faltan conocimientos para dirigir su negocio, y aprender más es el principal motivo para capacitarse, siendo ventas y administración las áreas de oportunidad.
- En cuanto a los apoyos emprendedores, solamente el 5% de las mujeres indicó haberlos recibido siendo los motivos para no solicitarlos: el desconocimiento de los apoyos (32%), mucho trámite (28.4%), el miedo a no poder pagarlo (13.2%) y en la falta de confianza de este tipo de programas (12.2%).

### *Conclusiones*

Con base en los supuestos de la investigación, se concluye que los principales motivos por los cuales una mujer emprende un negocio son la necesidad económica y la superación personal.

Su pareja influye en ella y el negocio, mediante su participación activa en el mismo y en la toma de decisiones. Su nivel de estudios predominante en las mujeres participantes es la secundaria o inferior.

A pesar de indicar que son personas que les gusta el riesgo, denotan inseguridad para tomar decisiones.

Al trabajar principalmente desde su vivienda, indican que sus actividades del hogar no afectan sus actividades del negocio, ya que ha aprendido a combinar ambas.

En cuanto al negocio, solamente venden en la comisaría y su principal motivo para no expandirse es porque consideran que no podrían y por sus hijos o familia, así mismo, la mayoría de ellas se concentra en el sector informal.

El principal sector es el comercio, siendo la tienda de abarrotes el negocio que más trabajan, así como, la venta de comida.

Ellas son las principales inversionistas, y si se asocian lo hacen principalmente con familiares., así mismo, no hacen uso de la tecnología en su negocio, principalmente porque consideran que no lo necesitan y porque no saben utilizarlo.

Muy pocas han sido beneficiarias con un apoyo emprendedor, y las que lo han obtenido ha sido principalmente porque les ofrecen el apoyo directamente en la comunidad. Y los principales motivos por los cuales ellas no piden apoyos son porque los desconocen, consideran que es mucho trámite y no confían en los programas.

### *Recomendaciones*

A continuación se presentan algunas recomendaciones que serían importantes para tomar en cuenta en especial para el Gobierno y aquellas Instituciones y Secretarías que están interesadas en fomentar el emprendimiento principalmente en las mujeres:

- a. Incrementar la promoción y conocimiento de los diferentes tipos de apoyo que ofrecen las diversas instituciones federales, estatales e incluso municipales con el objetivo de que la información de los programas lleguen a las mujeres, ya que se detectó que las mujeres quienes obtuvieron apoyos fue precisamente porque llegaron a ofrecerlos a la comunidad, de otra manera, las mujeres prácticamente no intentan buscar apoyos para sus negocios, así mismo, se recomienda dar asesoría a las mujeres, debido a que por su nivel de estudios el trámite se les hace complejo para llevarlo a cabo, desistiendo al apoyo sin siquiera terminar el proceso del mismo.
- b. Identificar en las comisarías a los negocios de mujeres y proporcionarles no solamente financiamiento para adquirir productos o materiales, sino que también ofrecerles capacitación, principalmente en la administración de su negocio y en tecnología, de tal manera que puedan manejar eficientemente sus recursos y poder utilizar los avances tecnológicos en sus negocios.
- c. Dar seguimiento a aquellos negocios que han sido beneficiados con algún apoyo emprendedor, de tal manera que se conozcan sus avances en el negocio, y si éste no está funcionando conocer los motivos y ayudarlas a corregirlos, ya que no solamente basta con entregar los recursos sino vigilar su correcta inversión y administración para lograr el objetivo del proyecto.

### Referencias

- Acosta, G. "Los derechos humanos de la mujer mexicana en el siglo XXI". En Galeana, P. (Coord). *Los Derechos Humanos de las mujeres en México*. México: Universidad Autónoma de México, 2004.
- Ey México. "We Grow". *Liberando el potencial de crecimiento de las emprendedoras en Latinoamérica y el Caribe*. Consultado por internet el 20 de mayo de 2016. Dirección de internet: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-MIF-reporte-es/\\$FILE/EY-WeGrow-](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-MIF-reporte-es/$FILE/EY-WeGrow-), 2014.
- García, B. *Los grandes problemas de México*. México: El Colegio de México, A.C., 2012.
- Heller, L. *Mujeres emprendedoras en América Latina y el Caribe: realidades, obstáculos y desafíos*. Chile: Publicación de las Naciones Unidas, 2010.
- Herrera, H. y D. Brown. *La guía del emprendedor. Combinaciones transgresoras para crear un negocio único*. España: Ediciones Urano S.A. 2006.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Censo de población y vivienda 2010*. Consultado por internet el 18 de marzo de 2015. Dirección de internet: <http://www.censo2010.org.mx/>, 2010.
- Instituto Nacional de las Mujeres. *Manual de gestión con enfoque de género para mujeres microempresarias*. Consultado por internet: 08 de diciembre de 2013. Dirección de internet: [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/100859.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100859.pdf), 2003.
- Lewis, S. *¿Cómo hacen para triunfar las mujeres emprendedoras?* Consultado por internet el 23 de mayo de 2016. Dirección de internet: <http://www.forbes.com.mx/como-hacen-para-triunfar-las-mujeres-emprendedoras/>, 2014.
- Pinzón, L. *Modelo para el desarrollo estratégico de las mujeres empresarias yucatecas con base en su perfil emprendedor*. Tesis doctoral. México: Universidad Anáhuac-Mayab, 2013.
- Secretaría de Economía. *Mujeres empresarias, pilar de la economía nacional*. Consultado por internet el 24 de mayo de 2016. Dirección de internet: <http://www.economía.gob.mx/eventos-noticias/sala-de-prensa/comunicados/6645-mujeres-empresarias-pilar-de-la-economía-nacional>, 2015.

## La calidad de vida de las abuelas y el cuidado de los nietos

Ponce Contreras MG<sup>1</sup>, Villarreal Reyna MA<sup>2</sup>, Magallanes Monrreal MA<sup>3</sup>, Delabra Salinas MM<sup>4</sup>, Hernández Castro F<sup>1</sup>

**Resumen:** Los abuelos son hoy pieza fundamental para el funcionamiento del país. Lo eran antes, probablemente lo fueron siempre como referente familiar y social pero los años han reforzado su papel y ampliado notablemente sus responsabilidades (Rius 2012). Esta investigación pretende describir las actividades del cuidado de los nietos y la calidad de vida de las abuelas. La investigación es de tipo descriptiva, transversal, Muestra; fue de 13 mujeres de 60 años o más que cuidan al menos un nieto y que forman parte del grupo de apoyo del Centro de Salud Girasol, en Saltillo Coahuila. Se utilizaron 4 instrumentos, 1° una cédula de datos sociodemográficos donde se incluyó la siguiente información: edad, lugar de nacimiento, estado civil, escolaridad, enfermedades que padece, número de hijos, número de nietos, edades de los nietos a los que cuida y con quien vive actualmente. El 2° describe el cuidado de los nietos, el 3° mide la calidad de vida y el 4° mide la percepción de la salud de los adultos mayores. **Resultados:** El 85.7% de las adultos mayores no cuenta con un empleo actualmente, solamente el 7.1% de nuestra muestra dispone de un trabajo actualmente. Todas las abuelitas cuidan al menos un nieto.

**Palabras Claves:** abuela, calidad de vida, nietos

### Introducción.

Los adultos mayores especialmente las mujeres, cumplen con la responsabilidad del cuidado de los nietos debido a la existencia de lazos afectivos y la cultura androcéntrica, donde la mujer funge como la principal responsable y cuidadora natural, lo que las lleva a aceptar voluntariamente la carga de trabajo, debido al compromiso que se tiene hacia los hijos para que ellos puedan continuar con su vida laboral (Liñán, 2013).

Uno de los factores más relevantes por el cual las adultas mayores se hacen cargo de los nietos, viene dado a partir de 1980 cuando las mujeres comienzan a incorporarse a la vida laboral y al aumento de la esperanza de vida en los mayores (Cardo; García; López; Rosello, 2006). Estar al cuidado de los niños requiere mantener una atención constante, implica situaciones de estrés, descuidan su propia salud para cuidar de la de los demás y reduce el tiempo de socialización, lo que impide la relajación y liberar tensiones, por estos motivos, patologías como la hipertensión son mucho más frecuentes en estas mujeres (Noguer, 2004). La delegación del cuidado de los hijos en otra mujer de la familia (frecuentemente la abuela materna) es una de las estrategias de compatibilización familia-empleo más utilizada. La educación y valores aprendidos por las abuelas provocan que se sientan responsables del permanente cuidado de la familia y lo ven como una forma de seguir sintiéndose útil. La familia delega la responsabilidad a la abuela porque existen lazos afectivos, por comodidad, por no contar con recursos económicos suficientes y además porque no tiene costo (Liñán, 2013). El cuidar a los nietos repercute en la salud de la abuela, lo que trae consigo muchas desventajas del rol de cuidador.

En un estudio publicado por la International Journal of Developmental and Educational Psychology “las abuelas cuidadoras de sus nietos/as: tareas de cuidado, beneficios y dificultades del rol” reportó como resultado que las mayores desventajas del rol de cuidador de los nietos es el cansancio, sentirse atado y no tener tiempo para ellos, además de que la edad del nieto influyó negativamente en cuanto a no tener tiempo libre (Triado, et al, 2008). Dichas desventajas se ven manifestadas en la salud de la adulta mayor originando graves y progresivos desequilibrios tanto somáticos como psicológicos. Algunas de las manifestaciones físicas que suelen presentarse son hipertensión arterial,

<sup>1</sup> 1.Dra. María Guadalupe Ponce Contreras. Docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Dra. En Ciencias de la Educación. Saltillo Coahuila. Coordinadora del departamento de Investigación Campos Clínicos de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo. [lupitaponce52@hotmail.com](mailto:lupitaponce52@hotmail.com)

2 Dra. Martha Alicia Magallanes Monrreal- Docente investigador de tiempo completo de la U.AdeC Dra. En Ciencias de la Educación. Saltillo Coahuila. Integrante del Núcleo Académico Base. Docente de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo.

3 Dra. María de los Ángeles Villarreal Reyna docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Dra. En Enfermería. Saltillo Coahuila. Integrante del Núcleo Académico Base. Coordinadora del PIFI, de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo.

4 MCE.María Magdalena Delabra Salinas. Docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Coordinadora de Posgrado.

1 Florentina Hernández Casto. Estudiante de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Actualmente se encuentra cursando el quinto semestre de la carrera.

Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Enfermería de la Licenciatura en Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo”

padecimientos metabólicos, taquicardias, sofocos, dificultad para respirar, mareos, hormigueos, desvanecimientos, cansancio y caídas fortuitas.

Las manifestaciones psicológicas que se presentan son malestar general, disconfort, ansiedad, tristeza, desánimo, falta de apetito, falta de desmotivación, sentimientos de culpa, pensamientos suicidas (Guijarro, 2001). Un ejemplo claro se puede encontrar en la investigación que lleva por nombre De Hiperfrecuentadora a Abuela Esclava (Gonzales et al 2011) en la cual se menciona el caso de una paciente quien acudió a urgencias 299 veces por diversas manifestaciones clínicas, al realizar la entrevista se obtuvo como resultado que la paciente tenía una acumulación de obligaciones no adecuada para su edad y alguna falta de consideración por parte de sus familiares, lo cual agravaba sus patologías ya diagnosticadas como la hipertensión arterial, sinusitis crónica y síndrome ansioso depresivo. Algunos de los problemas emocionales más frecuentes que se generan en las abuelas al estar sobrecargadas de actividades son los siguientes: sentimiento de culpa, baja autoestima, falta de concentración, dolores de cabeza, cuadros de tristeza y abatimiento (Alfaro, 2010). Según Criado, et al, (2008) los principales aspectos negativos del cuidado de los nietos es el cansancio, sentirse atado sin tiempo para ellos mismos, se relacionó la línea familiar de proveniencia de estos nietos, ya que se observa una mayor importancia del cuidado en nietos de la línea materna, hecho que vendría a fortalecer la idea de que estos cuidados ayudan a las hijas de estas personas mayores a poder continuar con su vida laboral. Las pacientes suelen negar que están sometidas a estrés por razones familiares o culturales, aunque inconscientemente sabe que tiene demasiadas responsabilidades.

Por su parte la familia ignora la situación consciente o inconscientemente, en ocasiones la abuela está sometida a un estrés constante, lo cual puede ocasionar problemas de salud debido a la gran presión en la que se encuentra las abuelas (Liñán, 2003). Aun así, en el estudio de Muñoz y Zapater (2006) los resultados arrojaron que el 36,6% de las abuelas percibían sobrecarga de trabajo, también se da el caso que el adulto mayor tiene la sensación de realizar una jornada de trabajo a tiempo completo y se sienten forzados en una carga de trabajo de cuidados y educación (López, 2011). Acosta, Gonzales (2009) en su investigación mencionan algunas de las actividades que se consideran aceptables para los adultos mayores, entre ellas se encuentran las actividades de independencia (ir de compras, lavar trastes, cocinar y barrer), actividades recreativas mentales (ver televisión, jugar juegos de mesa, hacer manualidades, coser y bordar), actividades sociales (ir a fiestas, a la iglesia, platicar con familiares, vecinos o convivir en grupos de adultos mayores) y finalmente actividades de protección de la salud (ir al médico, comer saludablemente, cuidado bucal y tomar siestas).

Por este motivo el objetivo de esta investigación es describir las actividades del cuidado de los nietos y la calidad de vida de las abuelas que forman parte del grupo de apoyo del Centro de Salud Girasol.

### **Cuerpo Principal**

*Literatura Revisada* La literatura revisada menciona que el cuidado de los nietos puede afectar en la calidad de vida de las abuelas lo cual puede generar graves estados de salud tanto físicos como psicológicos, por este motivo las enfermedades que ya padecen las adultas mayores se agravan drásticamente como consecuencia de la gran acumulación de obligaciones no adecuada para su edad, una autopercepción mala referente a su salud y una falta de consideración por parte de sus familiares. Las mujeres son las más propensas a asumir este tipo de responsabilidades, lo cual parece ser un deber impuesto por la sociedad. Las mujeres mayores al tener gran carga de trabajo manifiestan graves y progresivos desequilibrios, tanto somáticos como psicológicos sobre todo aquellas que destinan más horas al cuidado de los nietos. Las abuelas sufren estrés debido al nivel tan alto de presión al que están sometidas constantemente lo cual sobrepasa su capacidad de respuesta. Otra manifestación importante es el nivel de depresión que sufren las abuelas debido a la gran carga acumulada a la que están sometidas. Una de las principales razones por las cuales las abuelas aceptan cuidar a los nietos es la existencia de vínculos familiares y para ellas es una manera de ayudar a sus hijos para que puedan trabajar lejos de su hogar. Se identificó que las abuelas disfrutaban el cuidar a los infantes porque provoca en ellas gran satisfacción y disfrutaban de su cercanía. Pero aun así se destaca el hecho de que se sienten atadas y no tienen tiempo para ellas, además del gran cansancio que sufren.

#### *Definición de conceptos*

**Calidad de vida:** Hace alusión a varios niveles de la generalidad, desde el bienestar social o comunitario hasta ciertos aspectos específicos de carácter individual o grupal. El bienestar físico (como salud, seguridad física), bienestar material (privacidad, alimentos, vivienda, transporte, posesiones), bienestar social (relaciones interpersonales con la familia, las amistades, etcétera), desarrollo y actividad (educación, productividad, contribución) y bienestar emocional (autoestima, estado respecto a los demás, religión) (Ávila, 2013).

El reflejo de los riesgos y beneficios de nuevos tratamientos así como del impacto de la enfermedad y de su tratamiento sobre el individuo (Secretaría De Salud) (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición del Salvador Zubiran).

Cuidado de los nietos: Son actividades realizadas por los abuelos que incluyen acompañar e ir a recoger a sus nietos al colegio y a las actividades extraescolares y fiestas, durante parte de las vacaciones, cuando tienen alguna enfermedad banal, alimentarles, lavarles, acompañarles en los deberes de colegio, incluso acunarles, substituyendo gran parte del rol de los padres durante las jornadas laborales. (Herrero y Esquirol, 20)

### Metodología

*Diseño:* La presente investigación es de tipo descriptiva porque solo se están describiendo las variables, además es una investigación en la que no se manipulan ni se controlan las variables, es exploratorio porque se está conociendo sobre el tema y hay pocas investigaciones sobre el tema. El diseño es transversal porque se centra en analizar la relación de las variables en un momento dado o punto de tiempo y es prospectivo porque se diseña y empieza a realizarse en el presente (Wayne, 2012). Población: Mujeres de 60 años y más que sean parte del grupo de apoyo en el Centro de Salud Girasol, de Saltillo Coahuila; y además que realicen actividades domésticas y extra domésticas como el cuidado de los nietos. Muestra: 13 mujeres de 60 años o más que cuidan al menos un nieto y que forman parte del grupo de apoyo del Centro de Salud Girasol, en Saltillo Coahuila de Zaragoza. Instrumentos de Medición: Variables sociodemográficas En la presente investigación se utilizó una cédula de datos sociodemográficos donde se incluyó la siguiente información: edad, lugar de nacimiento, estado civil, escolaridad, enfermedades que padece, número de hijos, número de nietos, edades de los nietos a los que cuida y con quien vive actualmente. Se aplicaron tres instrumentos de investigación encargados de describir el cuidado de los nietos la calidad de vida y percepción de la salud de las adultas mayores. Cuidado de los nietos: Se centra en preguntas referidas al nieto/a que se cuida más intensamente, y a la relación que se mantiene con él, las actividades que lleva a cabo la abuela por el infante. Las tareas de cuidado que se proporcionan se dividen en cinco categorías, de cuidados básicos, cuidados instrumentales, actividades de ocio, disciplina, tareas relacionadas con el estudio. Cuenta con 25 interrogaciones las cuales se responderán con cinco opciones, nunca, pocas veces, algunas veces y muchas veces dependiendo de la frecuencia con la que se realiza cada actividad. Cada una de estas tareas se señalará a partir de un ítem con cuatro posibilidades de respuesta, graduadas desde nunca a muchas veces. Para interpretar los resultados solo se medirá la frecuencia con la que son realizadas las diferentes tareas.

Calidad de vida: Para valorar la intensidad de la calidad de vida que tiene la abuela se aplicó un cuestionario WHOQOL-BREF el cual se divide en cuatro categorías, salud física, Salud psicológica, relaciones sociales y el Ambiente físico. Cuenta con 26 preguntas de opción múltiple donde ellas tomarán en cuenta su modo de vivir, expectativas, placeres y preocupaciones. Dicho instrumento fue diseñado para toda la población en general y proporciona una manera rápida de puntuar los perfiles que se desean explorar. Su escala de medición tiene 5 incisos del uno al cinco se contestará dependiendo de la percepción de cada persona, uno se tomara como lo más mínimo o nada y cinco extremadamente o siempre. El instrumento muestra resultados de las últimas dos semanas. Cuanto mayor sea la puntuación en cada dominio, mejor es el perfil de calidad de vida, de la persona evaluada. Para calcular los resultados se debe realizar las siguientes opciones, confirmar que todas las interrogaciones estén bien contestadas del uno al cinco como se muestra en la escala, se revertirán negativamente tres preguntas la pregunta 3, 4 y 26, si responde 1 cambiara su puntuación a 5, el número 2 se alternara por el 4, y únicamente el número 3 quedara igual no cambiara, se utilizara el mismo procedimiento si los datos están inversos. Se calculará puntajes por dominio, se sumaran todas las preguntas que pertenezcan a cada apartado y se multiplicara por cuatro los resultados. Realizar la equivalencia del puntaje bruto. La información obtenida de la investigación realizada en el centro de Salud Girasol, se presenta a continuación en forma de tablas estadísticas, para la presentación de la información y para su fácil interpretación. La información fue introducida en la base de datos de un programa estadístico, ya que permite efectuar análisis estadísticos básicos como avanzados, y permite manejar grandes bancos de datos de manera eficiente. A las variables cualitativas se les midió moda, mediana, media, desviación, rango máximo y rango mínimo. En cuanto a las variables cualitativas, solo se obtuvieron datos de frecuencia y porcentaje. La forma en que se midieron los instrumentos de evaluación fue la siguiente: la escala que mide las tareas de cuidado de los nietos no cuenta con interpretación, solamente se mide de acuerdo a la frecuencia en porcentaje. En cuanto a la escala de calidad de vida, se tomó como punto de referencia la mediana para decidir que las personas que tuvieran un puntaje menor al de la mediana cuentan con baja calidad de vida y los que cuenten con un puntaje mayor tienen una calidad de vida mayor.

## Resultados

**VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS:** Trabaja actualmente. El 85.7% de las adultas mayores no cuenta con un empleo actualmente, solamente el 7.1% de nuestra muestra dispone de un trabajo actualmente.

**Número de nietos:** El 42.9% de las abuelas cuida solamente a un infante, pero el 14.3% de las adultas cuidan dos pequeños, siendo el mismo porcentaje de las abuelas que cuidan a tres de sus nietos, y aumentan un poco las cifras ya que el 21.4% de las adultas se encargan del cuidado de cuatro nietos. El 7.1% ha cuidado a 30 nietos.

**Estado civil:** El 42.9% de las adultas se encuentran casadas, el 35.7% son viudas y el 13.5% de las abuelas son solteras. **Escolaridad:** Los resultados muestran que el 100% de las adultas mayores abarcaron sus estudios hasta la primaria, se observó que algunas de ellas no lograron concluir con sus estudios cursando solamente con los primeros niveles de primaria. **Enfermedades que padecen:** Los resultados nos arrojan las enfermedades que padecen las adultas mayores que cuidan a sus nietos, el 92.1% de ellas está diagnosticada con hipertensión arterial, más de la mitad de las abuelas también cuentan diabetes que es el 64.3% todas sometidas a tratamiento médico, y el 14.2% padece de dolores articulares en la extremidades inferiores.

**Edad:** En base a la observación de la edad de las abuelas, se percató que el rango de edad más repetido es de 60 años en tanto que la media de 60 años. En tanto que la media es de 66 años (DE+/-7.5). El máximo de edad fue 88 años y el mínimo fue de 60 años.

**Lugar de nacimiento:** El 42.8% de los participantes nacieron en Saltillo, Coahuila el resto de las encuestadas nacieron en diferentes estados de la República (7.1% Michoacán, Ramos Arizpe, San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas y el Ejido morad)

**Edad de los nietos:** Las abuelas cuidan a sus nietos en diferentes etapas de su vida algunas desde la infancia hasta la adolescencia, los datos nos muestran las edades que tienen los nietos, el dato mínimo obtenido es de 2 años de edad y el máximo es de 18 años, la media de edad es de 10 años (DE+/-5.6)

**Integrantes de familia:** El número de integrantes de familia con los que vive la adulta mayor abarca desde 1 integrante hasta 8 personas por domicilio, se observa que el 21.4% de las abuelas viven con solamente con una persona o dos, los datos disminuyen al ser solamente el 7.1% aquellas abuelas que viven con más de 5 personas. Según la escala que mide la frecuencia con la que se realizan las tareas de cuidado de los nietos, las actividades se dividen en cinco subgrupos: básicos, instrumentales, estudio, ocio y disciplina. Entre las tareas referentes a las actividades básicas se encuentran darle de comer al nieto, actividad que es realizada con frecuencia por un 78.60% de las encuestadas en tanto que solo un 7.10% nunca lo realizan. Lavarle, cambiarle y peinarle es realizado regularmente por un 64.30% de las abuelas contra el 21.40% que no lo realizan. Con estos resultados se puede observar que la mayoría de las abuelas encuestadas realizan con mucha frecuencia dichas actividades consideradas como básicas. Si se habla de actividades un poco más complejas, se encuentran las tareas instrumentales. Las que son realizadas con mayor regularidad son: prepararle la comida, 71.40% de las abuelas afirmaron que lo hacen los siete días de la semana y solo el 7.10% apuntaron que nunca llevan a cabo esta tarea. El 57.10% del total de la muestra admitieron ser ellas las encargadas de llevar o traer a su nieto del colegio. En cuanto a lo referente al estudio el 28.60% nunca ha ayudado con su tarea escolar al nieto, todo lo contrario al 42.90% que siempre ayuda al nieto. En cuanto a disciplina se observa que las abuelas cuentan con la autoridad de poder regañar a su nieto cuando sea necesario ya que el 64.30% puede hacerlo seguido pero aun así el 42.90% de ellas nunca ha dado un golpe al nieto ya que no lo creen necesario (ver tabla 1).

## Conclusiones

La escala de calidad de vida arrojó que solamente el 14.3% de las abuelas considera tener una muy buena calidad de vida y el 85.3% de las abuelas encuestadas no se encuentran totalmente satisfechas con el nivel de vida en el que se encuentran. En cuanto al tema de la salud, se observa que son escasas las abuelas que se encuentran muy satisfechas con su estado de salud ya que solamente el 21.4% está conforme. Igualmente el 21.4% está insatisfechas con su estado de salud. Solo el 21.4% del total de las encuestadas afirman disfrutar la vida y solo el 28.6% de ellas le encuentran el sentido a su vida. Se observa que las adultas creen que su calidad de vida va de lo normal a lo extremadamente bien, muy pocas consideran estar inconformes en la forma en la que viven pero a pesar de eso se nota un considerable aumento ya que ninguna de ellas cuenta con los recursos económicos suficientes para solventar sus necesidades económicas básicas, se percató que no están muy conformes con el ambiente físico a su alrededor ya que este no es saludable para ellas, solamente el 14.3% es capaz de aceptar su apariencia física, el 50% necesita de un tratamiento médico para funcionar en su vida diaria y señalan que tiene la capacidad de desplazarse solas de un lugar a otro sin ninguna ayuda. Se puede observar que solo el 7.1% de las abuelas tienen la oportunidad de realizar actividades de ocio frecuentemente y el 14.3% nunca tienen tiempo para realizarla. Siguiendo con la calidad de vida, el 42.9% de las adultas mayores están insatisfechas con su calidad de sueño, solamente el 14.3% de las abuelas no cuenta con dificultades a la hora de dormir. La mayoría de las adultas se encuentran complacidas con

los servicios sanitarios y de transporte público en su zona, el 28.6% están conformes con las condiciones del lugar donde viven. En las relaciones personales y al recibir apoyo de amigas se muestra demasiado desinterés ya que solamente el 7.1% se encuentra satisfecha con el apoyo que recibe de parte de las amistades con las que cuenta, en las relaciones personales el 21.4% se siente muy contento con los vínculos interpersonales. Para medir el nivel de calidad de vida en el que se encontraban las abuelas encuestadas, se obtuvieron los resultados del instrumento en cuanto a las 4 dimensiones (salud física, salud psicológica, relaciones personales y entorno) mostrándose una considerable disminución en sus relaciones interpersonales. Se observa que la mediana es de 320, así que la población que cuenta con un puntaje mayor se considera que tienen un nivel de calidad de vida bueno y aquellas encuestadas que obtuvieron un puntaje menor de la mediana, cuentan con un nivel de calidad de vida bajo (Ver tabla 5).

En cuanto a la Calidad de vida, el 61.5% de la población tiene baja calidad de vida en comparación con el 38.5% que cuentan con mayor calidad de vida. Si relacionamos la calidad de vida con la cantidad de nietos a los que cuida y la edad del nieto mayor se observan variaciones ya que fueron 6 abuelas de las 13 que conformaron la muestra quienes obtuvieron puntajes menores a 320. El puntaje mínimo fue de 236 perteneciente a una abuela que ha cuidado a sus 30 nietos y actualmente la edad del nieto mayor que cuida es de 8 años. Tomando en cuenta los puntajes de las 6 abuelas con baja calidad de vida, las edades de los nietos varían mucho, ya que el dato mínimo es de 7 años y el dato mayor es de 18 años, así como la cantidad de nietos a los que cuida el dato menor fue de 1 y el dato mayor es de 30. (Ver tabla 6).

### Referencias

- Acosta, C.&González, A.. (julio-diciembre 2009). Actividades de la vida diaria en adultos mayores: la experiencia de dos grupos focales. *Psicología y Salud*, 19, 289-293.
- Barrios, A.,Cabrera, J.,Martinez,L.,Robles, M.&Ramos,B.. (julio - diciembre2015). Perfil sociodemográfico, carga percibida y calidad de vida en abuelos cuidadores de niños con discapacidad. *Psicología y Salud*, 25, 169-180.
- Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la Población de México 2010-2050. México, CONAPO, 2013.
- Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares, 2011. Base de datos. México, INEGI, 2012.
- Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, 2012. Base de datos. México, INEGI, 2013.
- Fernández, M.. (2014). Abuelos cuidadores: solidaridad intergeneracional en el contexto de la precariedad e inestabilidad laboral.. 2016, de Universidad de Cádiz Sitio web: <http://hdl.handle.net/10498/16813>
- García., Rosillo, D.,Salazar, R.,Raygal, P.,Lazaro,R.,&Cánovas, J.. (2011). De hiperfrecuentadora a abuela esclava. Estudio de un caso de sobrecarga del cuidador desde el Síndrome de la Abuela Esclava de Guijarro Morales. 2011, de Enfermería global Sitio web: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1695-61412011000100004&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1695-61412011000100004&script=sci_arttext)
- Guijarro, A. (2001). El síndrome de la abuela esclava. España: Universitario (Granada).
- Inga, M.,&Jara, E.. (2015). Principales efectos en la salud física y emocional del adulto mayor, producido por el síndrome del abuelo/a esclavo/a comunidad "Virgen del milagro". 2015, de Universidad de Cuenca Sitio web: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23055/1/TESIS.DOC.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2012. Base de datos.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estadísticas de mortalidad, 2012. Consulta interactiva de datos. México, INEGI, 2012.
- López, J., Domínguez, R. and Delgado, M. (2015). *Percepción de los abuelos de la relación con sus nietos: valores, estilos educativos, fortalezas y bienestar*. Doctorado. Universidad Complutense de Madrid.
- Manrique-Espinoza B., Salinas-Rodríguez A., Moreno-Tamayo K.M., Acosta-Castillo I., Sosa-Ortiz A.L., Gutiérrez-Robledo L.M., Téllez-Rojo, M.M., "Condiciones de salud y estado funcional de los adultos mayores en México", en *Salud Pública de México*, vol. 55, suplemento 2, México, 2013, pp. 323-331.
- Murgieri, M.. (2009). Escala de calidad de vida. 2016, de The World Health Organization Quality of Life Sitio web: [http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/contenidos/publicaciones/Datos/426/pdf/Anexo\\_3-1\\_WHOQOL-BREF.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/contenidos/publicaciones/Datos/426/pdf/Anexo_3-1_WHOQOL-BREF.pdf)
- New York-Presbyterian. (2005). Abuelos que crían a sus nietos. 2005, de New York - Presbyterian Hospital Sitio web: [http://www.cornellcares.org/pdf/handouts/ret\\_grandparents\\_sp.pdf](http://www.cornellcares.org/pdf/handouts/ret_grandparents_sp.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población (2013). *Perspectivas Mundiales Demográficas: Revisión 2012*.
- OMS, "Envejecer bien, una prioridad mundial", Sitio web: <http://www.who.int/ageing/es/>, 2014.
- Secretaría de Salud (SSA). Egresos Hospitalarios 2012. Base de datos. México, SSA.
- Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores (INAPAM), Programa Anual de Trabajo 2014.
- Soldevila, M.. (2011). Las abuelas cuidadoras opiniones y perspectivas de un grupo de personas mayores. 2011, de Universidad de Salamanca Sitio web: [http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/101363/TFM\\_EstudiosInterdisciplinariosGenero\\_SoldevilaGarnica\\_M.pdf?sequence=1](http://gredos.usal.es/xmlui/bitstream/handle/10366/101363/TFM_EstudiosInterdisciplinariosGenero_SoldevilaGarnica_M.pdf?sequence=1)
- Triado,C.,Villar,F.,Solé,C.,Celdrán,M.,Pinazo,S.,Conde,L.,&Rodriguez,J.,... (2008). Las abuelas/os cuidadores de sus nietos/as: Tareas de cuidado, beneficios y dificultades del rol. *Revista de Psicología*, 4, 455-464.
- Wayne, D.. (2005). *Bioestadística*. Ciudad de México: Limusa.



## Población geriátrica, calidad de vida y su depresión

Ponce Contreras MG<sup>1</sup>, Magallanes Monrreal MA<sup>2</sup>, Villarreal Reyna MA<sup>3</sup>, DelabraSalinas MM<sup>4</sup>, García Corvera MS<sup>1</sup>

**RESUMEN:** La depresión es uno de los trastornos afectivos más frecuentes en los adultos mayores, en la que influyen algunos factores psicosociales. **Objetivo:** Determinar el grado de depresión y cómo afecta ésta en la calidad de vida de la población geriátrica de la comunidad. **Metodología:** Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, con una muestra de 105 adultos mayores, para el diagnóstico de la depresión se les aplicó el test de Yesavage y para calificar la calidad de vida se utilizó el instrumento Whoqol – Bref. **Resultados:** Del total de los adultos mayores encuestados, el 52.4% son hombres y el 47.6% son mujeres, de los cuales el 56.2% no mostró características depresivas, mientras que el 43.8% manifestó estar en un estadio depresivo; de esta última se desprenden dos grados de depresión moderada con un 43.4% y severa con un 56.6%. En cuanto a la calidad de vida se encontró que esta no se ve afectada por la presencia de la depresión, obteniendo como resultado que un 67.6% de los encuestados considera tener una buena calidad de vida. **Conclusión:** En la población geriátrica estudiada, la percepción sobre la calidad de vida no se ve afectada por el síndrome depresivo.

**Palabras clave:** Adulto Mayor, Depresión, Calidad de Vida

### Introducción

El adulto mayor (AM) es todo individuo mayor a los 60 años, al cual se le llamará de forma indistinta persona de la tercera edad; se categoriza en tres fases: la primera se toma en consideración a las personas que tienen de 60 a 74 años, las cuales son consideradas de edad avanzada; los adultos que se encuentran en el rango de 75 a 90 años, suele denominárseles viejos, y las personas que sobrepasan los 90 años se les denomina grandes viejos o grandes longevos (OMS, 2013).

En esta población, la depresión es uno de los trastornos afectivos más frecuente y de los principales factores que influyen para que se desencadene son los psicosociales; entre ellos; la necesidad de que alguien los escuche, la pérdida de los roles sociales, el aislamiento total o parcial de la sociedad, violencia psicológica, viudez, maltrato, problemas en la dinámica familiar, antecedentes familiares de depresión, personas sin apoyo social y familiar, (Torres, 2015) así como deterioro cognitivo y fragilidad del organismo que incentivan reacciones como la presencia de impulsividad o de ansiedad y hostilidad, tristeza, llanto fácil, aislamiento social, falta de concentración al realizar actividades cotidianas, trastornos del sueño, labilidad emocional y lo más grave agitación e ideación suicida. (Sotelo-Alonso, 2012) De igual manera se asocia a manifestaciones físicas como: dolores corporales, cefaleas, tensión muscular, falta de apetito, que pueden ser ocasionadas por la presencia de enfermedades agudas o crónicas, por síntomas de la soledad, propia de la edad. (Wongpakaran, 2012).

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Enfermería. Licenciatura en Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo.

Dra. María Guadalupe Ponce Contreras. Docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Dra. En Ciencias de la Educación.

Saltillo Coahuila. Coordinadora del departamento de Investigación Campos Clínicos de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés

Galindo. Unidad Saltillo. [lupitaponce52@hotmail.com](mailto:lupitaponce52@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Martha Alicia Magallanes Monrreal- Docente investigador de tiempo completo de la U.AdeC Dra. En Ciencias de la Educación. Saltillo Coahuila. Integrante del Núcleo Académico Base. Docente de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo.

<sup>3</sup> Dra. María de los Ángeles Villarreal Reyna docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Dra. En Enfermería.

Saltillo Coahuila. Integrante del Núcleo Académico Base. Coordinadora del PIFI, de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés

Galindo. Unidad Saltillo.

<sup>4</sup> MCE. María Magdalena Delabra Salinas. Docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Coordinadora de Posgrado.

<sup>1</sup> García Corvera Mirza Sarai. . Estudiante de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Actualmente se encuentra cursando el noveno semestre de la carrera.

Pese a los avances que se tiene acerca de la depresión, no dejan claro el gran impacto que éste trastorno tiene en la calidad de vida de los AM. Existe un subregistro de éste padecimiento porque se confunde con otros diagnósticos y un gran número de individuos no acude a tratamiento, lo que tiene como consecuencia un gran incremento en la discapacidad del enfermo, lo que exacerba el impacto social negativo que se manifiesta en la disminución de su interés para la realización de las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), en la disminución de la calidad de vida y desenvolvimiento social y familiar. (Flores, 2012) (Sotelo-Alonso, 2012)

La Calidad de Vida (CV), (Urzúa, 2011), se ha considerado como la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus expectativas, sus normas y sus inquietudes. Se trata de un concepto amplio que está influido de un modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno. (OMS, 2010)

El principal objetivo de este estudio será determinar el grado de depresión y como afecta en la calidad de vida de la población geriátrica de la comunidad de Saltillo, Coahuila.

### ***Marco de Conceptual***

Para el presente estudio, se manejaron los términos de Adulto Mayor, Depresión, Calidad de Vida, Depresión en los AM, y la Calidad de Vida en el AM, definiéndolos de la siguiente manera:

El adulto mayor (AM) es todo individuo mayor a los 60 años, al cual se le llamará de forma indistinta persona de la tercera edad; se categoriza en tres fases: la primera se toma en consideración a las personas que tienen de 60 a 74 años, las cuales son consideradas de edad avanzada; los adultos que se encuentran en el rango de 75 a 90 años, suele denominárseles viejos, y las personas que sobrepasan los 90 años se les denomina grandes viejos o grandes longevos. (OMS, 2013)

En cuanto a la definición de depresión es considerada como uno de los trastornos afectivos más frecuentes que llega a afectar a las personas mayores de 60 años, se manifiesta con signos y síntomas predominantes como lo suele ser la tristeza, llanto fácil, aislamiento social, falta de concentración al realizar actividades, también es muy común que se presenten trastornos del sueño, labilidad emocional y lo más grave agitación e ideación suicida. (Sotelo-Alonso, 2012)

Sin embargo el concepto de calidad de vida (CV) es la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus expectativas, sus normas y sus inquietudes. Se trata de un concepto amplio que está influido de un modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno. (OMS, 2010)

La depresión en los adultos mayores, es considerada como un indicador que está asociada al deterioro cognitivo y a la fragilidad del organismo, además se caracteriza por manifestaciones físicas como: dolores corporales, cefaleas, tensión muscular, falta de apetito etc., la mayoría de estas reacciones también pueden ser ocasionadas por la presencia de enfermedades agudas o crónicas, por síntomas de la soledad, propia de la edad, y el género, por las condiciones y estilos de su propia vida. Generalmente sus consecuencias negativas sobre la comorbilidad, son en la disminución de su interés en el desarrollo de las capacidades funcionales, desempeño de las actividades cotidianas, en la calidad de vida y desenvolvimiento social y familiar. (Flores, 2012)

La Calidad de vida del adulto mayor, es la resultante de la interacción entre las diferentes características de la existencia humana (vivienda, vestido, alimentación, educación y libertades humanas); cada una de las cuales contribuye de diferente manera para permitir un óptimo estado de bienestar, teniendo en cuenta el proceso evolutivo del envejecimiento. (Vera, 2011)

### ***Síntesis de la Revisión literaria***

En relación con los artículos estudiados se encontró una prevalencia de depresión menor al 50%, siendo en hombres y mujeres la dificultad para realizar actividades de la vida diaria uno de los factores predisponentes más comunes, notando de una manera sobresaliente, el nivel socioeconómico y los aspectos de género al envejecer.

Entre más edad tengan los AM aumentan los niveles de depresión; la salud física y afectiva de los AM se ve afectada por las condiciones personales como la edad y el sexo, y de alguna manera esto impide que los AM no logren los niveles aceptables de bienestar físico, psicológico, familiar y social, lo cual se ve directamente reflejado en la calidad de vida del individuo, aunque éste refiera tener una buena calidad de vida.

Dentro de la variable de la calidad de vida se observa que las personas mayores que se perciben a sí mismos como enfermos tenían significativamente menor calidad de vida en las puntuaciones, de este modo, los problemas de salud y el sentido de sí mismo de eficacia son determinantes de la calidad de vida, al igual que el sexo femenino es un factor protector, mientras que la edad se convierte en un factor de riesgo en estos sujetos de mayor edad.

Esta es percibida por el AM como el hecho de tener paz y tranquilidad, ser cuidado y protegido por la familia con dignidad, amor y respeto, y tener satisfechas como ser social sus necesidades de libre expresión, decisión, comunicación e información.

### Descripción del método

En este apartado se especifica la metodología empleada en este estudio. Incluye el tipo de diseño que se desarrolló, la población a estudiar, la muestra, y el muestreo respectivamente; así como criterios de inclusión, exclusión y de eliminación. Dentro de este mismo capítulo se darán a conocer las consideraciones éticas, el plan de recolección de datos y el instrumento a emplear durante el transcurso del estudio. Posteriormente a esto, se dará a conocer el plan de análisis estadístico de dicha investigación.

#### Diseño

El diseño descriptivo transversal recolecta datos en un solo momento y en un tiempo único, cuyo propósito es describir variables y analizarlas.

Suele abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores, así como diferentes comunidades, situaciones o eventos. La recolección de datos ocurre en un momento único. (Sampieri, 2006)

#### Población, muestra, muestreo.

Adultos mayores de 60 años que se encuentren en la comunidad de Saltillo, con una muestra de 105 AM a quienes se les solicitará llenen el instrumento de recolección de datos que cumplan con los criterios de selección. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, pues se determinó una muestra con características específicas: Adultos mayores que se encontraran en la comunidad y cumplieran satisfactoriamente con los criterios de inclusión, exclusión y de eliminación, así mismo todos aquellos que desearan contribuir en dicha investigación.

#### Consideraciones éticas

La presente investigación se realizó a lo dispuesto en la Ley General de Salud, conforme a lo dispuesto en el Artículo 27° fracción VI, refiriéndose a los derechos de la protección de la salud, aunado a los servicios básicos de salud, relacionado a la salud mental, al Artículo 168 fracción III, manejando a las actividades básicas de Asistencia Social como la promoción del bienestar del senescente y el desarrollo de acciones de preparación para la senectud. Con la finalidad de dar cumplimiento a lo estipulado en la LEY de los Derechos de las Personas Adultas Mayor, se entenderá como adulto mayor a aquellos que cuenten con sesenta años o más de edad y que se encuentren domiciliadas o en tránsito en el territorio nacional (título primero, capítulo único, disposiciones generales, artículo 3°, fracción i).

#### Plan de análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el programa estadístico facilitado por la Facultad, en el cual se hizo el vaciado de 63 variables, de un total de 105 encuestas; se midió media, moda, frecuencia, mínima y máxima, así como el rango entre las mismas, se obtuvieron gráficos porcentuales y tablas de frecuencia.

### Resultados

Para validar esta investigación se realizó la prueba de confiabilidad del Alfa de Crombach teniendo como resultado 0.8, tornándose así una muestra confiable. Teniendo como muestra 105 casos de AM se obtuvieron los siguientes: En el análisis de caracterización o univariable. En la variable edad; El rango máximo de edad es de 91 años, mientras que el rango mínimo es de 60 años de edad, con más frecuencia la edad de los participantes es de 63 años. Del total de casos encuestados se demostró que el 52.4%. En estado civil quedó demostrado que del total de casos el 55.2% es casado y tan solo el 3.8% es soltero. El grado de escolaridad que con mayor porcentaje se presenta es el nivel de primaria con un 50.5%, mientras que el nivel técnico solo presentó un 5.7%. En la variable cuenta con algún trabajo, se puede apreciarse que el 69.5% mencionó no contar con algún trabajo, y el 30.5% si cuenta con algún tipo de trabajo. Dentro de las patologías mencionadas en el estudio, se demostró que con un 42.9% no presentaban ninguna patología, mientras que un 3.8% indica que padece de cáncer.

**¿Ha experimentado actualmente el deceso de algún ser querido?** En esta variable el resultado fue del 72.4% no ha experimentado el deceso de algún ser querido, mientras que el 27.6% respondió que sí lo ha experimentado en los últimos 6 meses. **Resultados obtenidos de la aplicación del instrumento para la depresión Yesavage.**

**¿Está satisfecho con su vida?** De los participantes encuestados el 85.7% respondió estar satisfecho con su vida, contrario a esto el 14.3% respondió no estarlo. **¿Ha abandonado muchos de sus intereses o actividades?** Según los resultados se muestra que el 56.2% del total de los casos no han abandonado sus intereses o actividades, y tan solo el 43.8% mencionó que sí. **¿Siente que su vida está vacía?** El 74.3% de los encuestados contestaron que no sienten que su vida está vacía y el 25.7% si sienten que su vida está vacía. **¿Siente que su vida está vacía?** El 64.8% de los AM respondieron no sentirse aburridos, mientras que el 35.2% respondió indico que sí. **¿Tienes esperanza en el futuro?** El 26.7% del total de los encuestados indicaron no tener esperanza en el futuro, contrario a esto el 73.3% mencionaron que si tener esperanza. **¿Tiene preocupaciones que no se puede quitar de la cabeza?** El 48.6% de la población encuestada indicó tener preocupaciones, y opuesto a esto el 51.4% contestaron no tener preocupaciones.

**¿Está de buen humor habitualmente?** En este ítem el 73.3% indicó está de buen humor habitualmente, contrario a esto el 26.7% refirió no estarlo. **¿Teme continuamente que le vaya a ocurrir algo malo?** Los resultados indican que del total de los AM el 61.9% no teme que algo malo le vaya a ocurrir, y el 38.1% respondió que sí. **¿Se siente feliz la mayor parte del tiempo?** Según los resultados obtenidos, el 75.2% de los participantes refiere sentirse feliz la mayor parte del tiempo, mientras que el 24.8% respondieron de forma negativa. **¿Se siente muchas veces desamparado o desvalido?** En esta variable los resultados muestran que 72.4% no se siente desamparado o desvalido, mientras que el 27.6% indica que sí. **¿Se encuentra inquieto y nervioso con frecuencia?** El 35.2% de los AM menciona que con frecuencia se sienten inquietos y nerviosos, contrario a esto el 64.8% negó mostrar nerviosismo e inquietud. **¿Prefiere quedarse en casa a salir y hacer cosas nuevas?** De los encuestados el 51.4% indica que prefiere no quedarse en casa y tan solo el 48.6% si opta por quedarse en casa. **¿Está preocupado por el futuro con frecuencia?** Los resultados de este ítem, muestran que el 66.7% de la muestra total no está preocupado por el futuro, en comparación el 33.3% contestó que sí. **¿Cree que tiene más problemas de memoria que los demás?** Del total de los casos obtenidos, el 68.6% refirió no tener problemas de memoria y mientras el 31.4% indicó que si tiene problemas de memoria. **¿Piensa que es agradable estar vivo?** El porcentaje máximo, 88.8%, indica que es agradable estar vivo a sus años, y como porcentaje mínimo, 15.2%, indicó que no es agradable estar vivo. **¿Se nota triste con frecuencia?** Los encuestados que se notan triste representan el 41.9% de la muestra, mientras que el 51.8% indican no sentirse tristes con frecuencia. **¿Se siente útil?** El 73.3% manifestó sentirse útil, y solo el 26.7% manifestó no sentirse útil. **¿Le da muchas vueltas a lo que sucedió hace mucho?** Se muestra que el 51.8% responde que no, mientras que el 41.9% indica que sí. **¿Encuentra interesante la vida en general?** El 80% de los AM indica que encontrar la vida interesante, de forma negativa el 20% seguro no encontrarla. **¿Le cuesta emprender nuevos proyectos?** En este ítem, los AM encuestados, el 55.2% mencionan que, si les cuesta emprender nuevos proyectos, y representado por un 44.8% refieren que no. **¿Se siente lleno de energía?** Los porcentajes de este ítem refieren, el 62.9% de la muestra indica sentirse lleno de energía, el obstante el 37.1% indicó no sentirse con energía. **¿Se siente desamparado?** Según los resultados obtenidos el 75.2% de los AM respondió de manera negativa, mientras que el 24.8% afirma sentirse desamparado. **¿Cree que la mayoría de la gente está mejor que usted?** Quedo demostrado que el 64.8% de los participantes respondieron, que no creen que otras personas estén mejor que ellos, mientras que el 35.2% respondieron que sí. **¿Se disgusta a menudo por pequeñeces?** En base a los resultados, el 62.9% de los AM respondió no disgustarse por pequeñeces, a la inversa el 37.1% que sí. **¿Siente ganas de llorar con frecuencia?** El 46.7% de los participantes, respondió de manera afirmativa, y solo 53.3% respondió de forma negativa. **¿Le gusta concentrarse?** En esta variable los porcentajes obtenidos son: el 25.7% respondió que no le gusta concentrarse y el 74.3% contestó que no. **¿Disfruta levantarse por la mañana?** El valor máximo en porcentaje obtenido fue 85.7% manifestando que disfruta levantarse por la mañana, y como valor mínimo el 14.3% manifestando no disfrutarlo. **¿Prefiere evitar las reuniones sociales?** El 51.4% respondió de forma positiva, y el 48.6% de forma negativa. **¿Toma decisiones sin dificultad?** En este ítem, el 62.9% contestó que, si tomo decisiones sin dificultad, y el 37.1% indico que no. **¿Piensa con la misma claridad que siempre?** El 67.6% manifestó que, si piensa con claridad que siempre, y solo el 32.4% lo negó. **Total, de depresión** Del total de los encuestados se encontró que el 56.2% no tiene depresión, mientras que el 43.8% la presenta, pero en distintos grados. **Grado de depresión** De los AM que presentaron depresión, el 17.1% se encuentra en un grado de depresión moderada, mientras que el 26.7% mostró estar en grado de depresión severa. **A continuación se presentan las tablas de frecuencias y porcentajes del instrumento whoqol-bref. ¿Cómo puntuaría su calidad de vida?** Como porcentaje máximo se encontró que el 58.1% del total de casos puntuaría su calidad de vida como normal, y tan solo el 7.6% como mínima la consideran poco (mala). **¿Cuán satisfecho esta con su salud?** En este ítem se demostró que el 48.6% de los AM encuestados satisfecho con su salud, mientras que un 2.9% se encuentra muy insatisfecho con su salud. **¿Hasta qué punto piensa que el dolor físico lo impide hacer lo que necesite?** De la totalidad de casos encuestados se obtuvo que el 28.6% piensa que el dolor físico le impido lo normal para hacer sus necesidades, mientras que un 1.9% piensa que el dolor físico le impide extremadamente. **¿Cuánto necesita de cualquier tratamiento médico para funcionar en su vida diaria?** De los resultados obtenidos se pudo encontrar que el 30.5% necesita poco su medicamento para poder funcionar en su vida diaria, no obstante, un 4.8% respondió que necesita extremadamente su medicamento para funcionar en su vida diaria. **¿Cuánto disfruta de la vida?** Del total de casos estudiados se obtuvo que el 38.1% disfruta de su vida de una forma (normal), mientras que 1.9% no la disfruta. **¿Hasta qué punto siente que su vida tiene sentido?** En esta variable se reportaron los siguientes resultados; con un 48.6%, los encuestados respondieron que sienten que su vida tiene sentido (lo normal) y el 7.6%. **¿Cuál es su capacidad de concentración?** Según los datos proporcionados por la muestra se encontró que, el 61.9% considera normal su capacidad de concentración (no tiene algún problema para hacerlo), por el contrario el 1% considera que no puede concentrarse. **¿Cuánta seguridad siente en su vida diaria?** El resultado obtenido del total de casos

encuestados se encontró que el 39% considera que hay una seguridad normal o adecuada en su vida diaria, y tan solo el 1% cree que no la hay. **¿Cuán saludable es el ambiente físico a su alrededor?** El análisis de esta variable demostró que el 49.5% de la muestra considera saludable el ambiente físico a su alrededor (normal), por otro lado, el 7.6% lo considera extremadamente saludable.

**¿Es capaz de desplazarse de un lugar a otro?** En base a los resultados obtenidos por la muestra, se demostró que el 36.2% es capaz de desplazarse de una forma normal de un lugar a otros, y su contraparte demuestra que el 4.8% no es capaz de desplazarse de un lugar a otro (nada). **¿Cuán satisfecho esta con su transporte?** Con un 39% del total especificó que está satisfecho con su transporte (lo normal), mientras que 13.3% considera estar poco satisfecho con su transporte. **¿Tiene energía suficiente para su vida diaria?** De los resultados obtenidos se demostró que, el 42.9% notó tener energía moderada para su vida diaria, y con un mínimo porcentaje de 2.9% considera no contar con energía suficiente para su vida diaria. **¿Es capaz de aceptar su apariencia física?** En base a los resultados se encontró que el 30.5% de los AM aceptan bastante su apariencia física y el 14.3% admitió que solo un poco. **¿Tiene suficiente dinero para cubrir sus necesidades?** El resultado de este ítem denotó que el 40% considera que tener el dinero para cubrir sus necesidades moderadamente, por el contrario, el 7.6% mencionó que no contaba con el dinero suficiente (nada). **¿Qué tan disponible tiene la información que necesita en su vida diaria?** Considerando la disponibilidad de la información que se necesita en la vida diaria, el 46.7% de muestra, considera contar moderadamente con esto; y tan solo el 5.7% considera que no cuenta con la información apropiada. **¿Hasta qué punto tiene oportunidad para realizar actividades de ocio?** Los resultados obtenidos fueron; el 31.4% respondió que cuenta con moderadas oportunidades para realizar sus actividades de ocio, y el 16.2% mencionó no tener oportunidad. **¿Cuán satisfecho esta con su sueño?** Del total de AM encuestados se demostró que el 34.3% se encuentra satisfecho con su sueño, por otra parte, el 6.7% reportó no estar satisfecho.

**¿Cuán satisfecho esta con su habilidad para realizar sus actividades de la vida diaria?** El análisis de esta variable demostró que el 40% del total de casos se encuentra satisfecho con sus habilidades para realizar las actividades de la vida diaria (normal), no obstante el 3.8% considera no estarlo. **¿Cuán satisfecho esta con su capacidad de trabajo?** Los resultados obtenidos del total de participantes encuestados, demostraron que el 36.2% está satisfecho con su capacidad de trabajo, y que solo el 9.5% no lo está. **¿Cuán satisfecho esta consigo mismo?** Como porcentaje máximo se encontró que el 33.3% del total de AM está satisfecho consigo mismo, y por el contrario se demostró que el 3.8% no lo está (nada). **¿Cuán satisfecho esta con sus relaciones personales?** Con un porcentaje de 38.1% los participantes reportaron estar satisfecho con sus relaciones personales y el 3.8% considera que no está. **¿Cuán satisfecho esta con su vida sexual?** Del total de casos obtenidos, se encontró que el 36.2% no está satisfecho con su vida sexual, por otro lado, el 7.6% reportó estar muy satisfecho.

**¿Cuán satisfecho esta con el apoyo que obtiene de sus amigos?** En base a los resultados obtenidos del total de casos, se encontró que el 41.9% está satisfecho con el apoyo que le brindan sus amistades y con la mínima de 9.5% considera que no lo está. **¿Cuán satisfecho esta de las condiciones del lugar donde vive?** Del total de casos se reportó que, el 40% está satisfecho con las condiciones del lugar donde vive, mientras que el 1% respondió que no (nada). **¿Cuán satisfecho esta con el acceso que tiene a los servicios sanitarios?** En base a los datos obtenidos, se denotó que el 41.9% del total de casos está satisfecho con los servicios sanitarios, y tan solo el 5.7% reportó que no está satisfecho con estos. **¿Con que frecuencia tiene sentimientos negativos, tales como tristeza, desesperanza, ansiedad, depresión?** Los resultados obtenidos del siguiente ítem reportaron que un 30.5% de los AM encuestados raramente tienen sentimientos negativos, así mismo con un 3.8% contestaron que siempre tenían este tipo de sentimientos. **Calidad de vida** Haciendo un análisis detallado de la calidad de vida en el AM, se reportó que en promedio 67.6% del total de casos obtenidos, cuentan con una calidad de vida promedio y que tan solo un 6.7% está dentro de la categoría que cuentan con una mala calidad de vida.

### **Conclusiones**

La población encuestada la mayoría corresponde al género masculino, su edades oscilaron entre 60 a 91 años, siendo la de 63 la que predominó, con respecto al estado civil Del total de casos encuestados se demostró que el 52.4%. En estado civil el 55.2% son casado y tan solo el 3.8% es soltero, en el grado de escolaridad predominó el nivel de primaria con un 50.5%, mientras que el nivel técnico solo presentó un 5.7%, es decir no cuentan con estudios superiores, la mayoría el 69.5% mencionó no contar con algún trabajo, y el 30.5% si cuenta con algún tipo de trabajo, en cuanto a las patologías mencionadas en el estudio, se demostró que con un 42.9% no presentaban ninguna patología, mientras que un 3.8% indica que padece de cáncer, en sí la mayoría de la población se encuentra sana para su edad, la mayoría ha experimentado algún deceso de un ser querido, sin embargo refieren estar satisfechos con la vida el 85.7%, del mismo modo la mayoría. Haciendo un análisis detallado de la calidad de vida en el AM, se reportó que en promedio 67.6% del total de casos obtenidos, cuentan con una calidad de vida promedio y que tan solo un 6.7% está dentro de la categoría que cuentan con una mala calidad de vida. Del total de los encuestados se

encontró que el 56.2% no tiene depresión, mientras que el 43.8% la presenta, pero en distintos grados, es decir que en la población geriátrica estudiada, la percepción sobre la calidad de vida no se ve afectada por el síndrome depresivo.

### **Discusión**

Varios autores afirman que la depresión se relaciona con edad, es decir a mayor edad es más común el síndrome depresivo. Sin embargo en nuestra investigación encontramos que la depresión es más frecuente entre los 60 y 70 años. Según Sotelo, el sexo femenino es un factor para presentar depresión, los resultados obtenidos de la muestra refirieron que el sexo es un factor predisponente para padecerla, dado que encontramos que el 43.8% de los encuestados padecen depresión y de estos el 50% son mujeres y el restante hombres. Monroy menciona que el estado civil influye en el calidad de vida, indicando que las personas casadas perciben su calidad de vida como Buena, nosotros obtuvimos al igual que Monroy que las persona casadas dicen tener un una Buena calidad de vida. Lara indica que le riesgo de padecer depresión se asocia con el nivel educativo nosotros encontramos que entre más bajo sea el nivel educativo, los adultos mayor son más propensos a padecer depresión. En el artículo de Urzúa se obtuvo, que las personas mayor que se perciben a sí mismo como enfermos, tenían significativamente menor calidad de vida, obtuvimos que a diferencia de Urzúa, y tomando en consideración la perspectiva del participante podemos afirmar que las patologías crónico degenerativas no afectan en forma significativa la calidad de vida. En esta investigación se encontró que la mayoría de los adultos mayor que tienen síntomas depresivos perciben una buena calidad de vida.

### **Referencias**

- Alfonso Urzúa, M. B. (2011). Factores vinculados a la calidad de vida en la adultez mayor.
- Berenzon S, L. M.-M. (2013). Depresion: estado del conocimiento y la necesidad de políticas publicas y planes de accion en mexico.
- Cardona, A. S. (2012). Riesgo de depresión y factores asociados en adultos mayores. Antioquia, Colombia. *Salud pública*.
- Flores. (2012). Ansiedad y Depresion como indicadores de calidad de vida en adultos mayores.
- INEGI, I. N. (2011). *Estadística de suicidios en los Estados Unidos Mexicanos*. Aguascalientes.
- Hered, M. (2013). Depresion en adulto mayor, cual es la verdadera situacion en nuestro pais. *Rev Medica Hered*.
- Hernández, Z. (2012). Proceso de atencion de enfermeria en pacientes deprimidos.
- INEGI. (2012). estadísticas a proposito del día mundial para la prevencion del suicido.
- Lara, m. (2013). comportamiento de la depresion en el adulto mayor del policlinico.
- Monroy, S. C. (2011). Adulto Mayor en Santa Marta y calidad de vida.
- OMS. (2010). Calidad de vida.
- OMS. (septiembre de 2013). Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs369/es/>
- OMS. (septiembre de 2015). *La salud mental y los adultos mayores*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/es/>
- Ortiz, G. (2012). Prevalence of cognitive impairment and depression among a population aged over 60 years in the metropolitan area of Guadalajara, Mexico. *Current gerontology and geriatrics researchs*.
- Roy. (2012). Plan de cuidados a persona mayor con depresion y procesos familiares disfuncionales.
- Sampieri, C. F.-c. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico, DF: Mc Graw-Hill.
- Sotelo-Alonso. (2012). La depresion en el adulto mayor: una perspectiva clinica y epidemiologica desde el primer nivel de atencion.
- Torres, L. (2015). Psychosocial factors that have an impactn on depression of the elderly.
- Vera, M. (2011). Significado de la calidad de vida del adulto mayor para si mismo para su familia.
- Wongpakaran, N. (2012). Social inhibition as a mediator of neuroticism and depression in the elderly. *BMC geriatrics*.

## Las expresiones de la violencia en el aula

<sup>1</sup>Ponce Contreras MG Tello García MC Magallanes Monrreal MA Delabra Salinas MM Villarreal Reyna MA  
Trujillo Hernández PE

### RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo, mostrar lo que propicia la violencia en el aula; así mismo se busca obtener algunos indicadores que nos hablen sobre los tipos de violencia existentes en el aula. La violencia en el aula, se observa desde diversas perspectivas tales como: el hacer, el ser y el decir, los cuales se tendrán como punto de referencia. La violencia es uno de los factores con mayor presencia en nuestra actualidad; es un comportamiento que provoca daños físicos, psicológicos, emocionales, etc.

Ésta se ha presentado desde la antigüedad de diversas formas; en la familia, en el trabajo, con los amigos, en una relación amorosa, etc. Para ésta investigación, se elaboró un instrumento por docentes de la Facultad de Ciencia, Educación y Humanidades, en el cual se hace hincapié a 39 variables, de las cuales 3 son señalíticas y las restantes se encuentran dentro de una escala ordinal. Entre los resultados más sobresalientes se dice que la mayoría de la población es soltera, así como que la mayoría de los encuestados son del género femenino y la edad oscila entre los 13 y los 22 años de edad.

**PALABRAS CLAVE:** Violencia en el aula, tipos de violencia, indicadores de violencia, conducta, expresión.

### Introducción

La agresión es una actitud bastante extendida en nuestro medio. En el ámbito escolar, lastimosamente, no hay excepción con este tipo de actitudes y están muy presentes a través de las relaciones de poder o hegemónicas.

Con este tipo de conductas, en el ambiente escolar puede formarse una cadena agresiva cuando, por ejemplo, el supervisor aprovecha de su poder sobre el director; éste, a su vez, sobre el inspector; éste, sobre el profesor, y este último sobre el alumno, quien puede agredir a otro compañero.

Desde nuestros antepasados, la violencia se ha hecho presente, esto se ha manifestado de diversas formas como lo son de forma física, verbal, emocional, psicológica, etc.

Sin duda alguna, este fenómeno ha causado mucha polémica, ya que en los últimos años a tenido un alto índice de alcance.

Existe el tipo de violencia, el cual no se ejerce físicamente sino a través de estructuras económicas y sociales que hacen que al individuo no se le de la oportunidad de recibir una educación y así tener una mejor calidad de vida; por otra parte existe la violencia que consiste en como el maestro ve al alumno, es decir, que lo discriminan por saber menos que los demás, por participar menos en clase, o bien, por el color de piel o alguna deficiencia física o mental que el alumnos pueda tener.

<sup>1</sup> Dra. María Guadalupe Ponce Contreras. Docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Dra. En Ciencias de la Educación. Saltillo Coahuila. Coordinadora del departamento de Investigación Campos Clínicos de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo. lupitaponce52@hotmail.com  
MC.María Asunción Tello García. Docente de tiempo completo, investigador, responsable del cuerpo académico de Enfermería

Dra. Martha Alicia Magallanes Monrreal- Docente investigador de tiempo completo de la U.AdeC Dra. En Ciencias de la Educación. Saltillo Coahuila. Integrante del Núcleo Académico Base. Docente de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo.MCE.María Magdalena Delabra Salinas. Docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Coordinadora de Posgrado.

Dra. María de los Ángeles Villarreal Reyna docente investigador de tiempo completo de la U.A de C. Dra. En Enfermería. Saltillo Coahuila. Integrante del Núcleo Académico Base. Coordinadora del PIFI, de la Facultad de Enfermería Dr. Santiago Valdés Galindo. Unidad Saltillo.

Pedro Enrique Trujillo Hernández. Estudiante de la Maestría en Geriátría en Enfermería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Actualmente se encuentra preparando su defensa de tesis de la carrera.

Universidad Autónoma de Coahuila. Facultad de Enfermería, Licenciatura en Enfermería

“Dr. Santiago Valdés Galindo”

Los actos violentos están sujetos a un gran sistema de relaciones interpersonales, donde las emociones, los sentimientos y los aspectos cognitivos están presentes y configuran parte del ámbito educativo. Así mismo están ligados a las situaciones familiares a cada alumno (a) y al ámbito social de la escuela.

El problema comienza cuando se aborda la resolución del conflicto a través del ejercicio de la autoridad, del castigo, etc., provocando un clima de tensión en el aula que el profesorado no sabe resolver, y queda la cuestión sumergida en el curriculum oculto de las relaciones interpersonales y en el clima del centro que lo sustenta.

### **Justificación**

En la presente investigación se pretende conocer las condiciones de violencia presentes en instituciones superiores (nivel licenciatura e ingeniería) y básica (nivel secundaria), lo cual nos permitirá identificar la violencia en las aulas en diferentes niveles educativos

Este estudio ayudará principalmente a encontrar los factores, elementos, aspectos que se llevan a cabo en el fenómeno de la violencia de tales instituciones, lo que le permitirá a las mismas desarrollar una serie de estrategias para tratar dicha problemática, o por lo menos tratar de mejorarlas.

Las instituciones se verán beneficiadas con los resultados que arrojen esta investigación.

El valor teórico se sustenta en distinta recopilación de información, que muestra la importancia de la violencia en las aulas, hoy en nuestra actualidad.

La metodología de la investigación será llevada bajo programas estadísticos que por medio del instrumento arrojarán resultados que serán leídos y posteriormente se realizarán las inferencias necesarias.

### **Objetivos**

- Caracterizar el fenómeno de violencia en el aula, desde sus principales rasgos o características sociales.
- Comparar grupos de opinión, con respecto al fenómeno de la violencia en el aula y explicara su relación con el medio social.
- Describir el comportamiento del fenómeno de la violencia en el aula, a partir de las generalidades de opinión que expresa una población determinada.

### **Sustento teórico**

La violencia es uno de los factores con mayor presencia en nuestra actualidad; es un comportamiento que provoca daños físicos, psicológicos, emocionales, etc.

Ésta se ha presentado desde la antigüedad de diversas formas; en la familia, en el trabajo, con los amigos, en una relación amorosa, etc.

Algunas de las causas de la violencia son:

- Alcoholismo
- Baja autoestima
- Abuso sexual
- Adicción, entre muchas más.

Sin embargo, en nuestra actualidad podemos observar la violencia en las escuelas, lo cual repercute sin duda alguna en el proceso de enseñanza – aprendizaje de cada uno de los alumnos que sufre de este comportamiento.

Sin duda alguna la violencia es un fenómeno creciente en los planteles educativos; con frecuencia en las escuelas hay niños o jóvenes que se comportan agresivamente con sus compañeros y aún con los maestros; los alumnos suelen llevar armas escondidas, consumen drogas y roban a sus demás compañeros.

Cabe destacar que todo lo anterior dependerá del medio, la cultura y el contexto en donde se encuentren las escuelas y verdaderamente en el núcleo familiar en donde éstos niños crezcan; desde luego el cariño, el amor, la atención que le pongan los padres a los hijos son de suma importancia en el comportamiento de ellos tanto en su casa como en los demás lugares en donde se desenvuelvan.



Si bien la violencia escolar es el proceso por el cual un individuo o grupo viola la integridad física, social o psicológica de otra persona o grupo en el espacio educativo, generando una forma de interacción en la que este proceso se reproduce.

Es decir en otras palabras, es obligar a otra persona utilizando la fuerza o la amenaza a realizar un acto o tomar una decisión en contra de su voluntad.

Las sociedades contemporáneas, desiguales en extremo y multiculturales, plantean desafíos a la escuela, que no se modifica con la misma velocidad y que muchas veces no está preparada para tareas adicionales que el exterior le impone.

La violencia, como ya lo abordamos es uno de los temas que se presentan en las aulas del mundo contemporáneo. Si bien es cierto que en los últimos años su magnitud parece haber aumentado, no se trata de una novedad en sentido estricto.

El registro de esta problemática comenzó a adquirir cierta relevancia ya en los años setenta, en países como Alemania, Estados Unidos, Francia y Gran Bretaña. No obstante, los análisis teóricos sobre la violencia escolar aún son precarios y dispersos: se trata de un territorio insuficientemente explorado.

En toda situación de violencia escolar podemos visualizar tres ejes: estos ejes son las relaciones interpersonales, las relaciones del individuo con su grupo familiar y las relaciones escolares propiamente dichas.

En principio, cada vez la violencia aparece, debemos identificar elementos perturbadores en cada uno de estos ejes, que interactúan en forma permanente y que sólo son distinguibles e identificables por la actividad del analista.

De lo anterior, se plantean diversas interrogantes centrales de ésta problemática, por ejemplo: ¿Dónde se inicia la violencia escolar?, ¿Quiénes son sus responsables?, ¿Qué responsabilidad le corresponde a la escuela?

Es difícil dar respuesta a estas interrogantes, ya que la respuesta a cada una de ellas suelen ser múltiples.

El reparto desigual de la riqueza, la ampliación constante de la brecha entre los sectores más ricos de la sociedad y los más pobres son factores fundamentales de los conflictos sociales que pueden adquirir características violentas.

La falta de oportunidades, la carencia de una esperanza de movilidad social, la desocupación creciente, son condicionantes que golpean duramente a las familias en las cuales crecen los niños. Y esto puede desembocar en conductas violentas y agresivas también en los más pequeños.

Frente a este panorama cada vez es más grave y complicada la institución escolar. Si la violencia es un elemento que está presente en diferentes ámbitos de la esfera social, ¿Cuál es el papel de la escuela?, ¿Cabe exigirle a la institución educativa resolver problemas absolutamente externos?, y más aún, ¿Son éstos problemas externos a la escuela?

La institución no consigue actuar como proveedora de oportunidades y su funcionamiento graduado de triunfos y fracasos, de aprobados y reprobados, resulta para los niños un nuevo tamiz.

Es importante que comprendamos las situaciones de conflicto como oportunidades de aprendizaje, como espacios donde la escuela, como institución, puede actuar con maneras y métodos mucho más complejos que los represivos.

Es hora de que toda la comunidad educativa trabaje en forma conjunta en la resolución de estos temas.

Para comprender estas situaciones de violencia debemos reflexionar sobre ellas, teniendo en cuenta el contexto social, es decir, el marco en el cual se desarrolla la vida de la institución escolar y las relaciones internas que existen. Se debe analizar el término de la estructura interna, las relaciones internas que se dan en la institución escolar.

Si consideramos que el niño puede estar oprimido dentro del sistema educativo, primero debemos comprender esta estructura de opresión, que no solamente oprime al chico, sino también al docente, es decir, tomar un abordaje global en el cual no hay víctimas ni victimarios, no es el docente el victimario y el niño la víctima.

Hay escuelas donde los niños están entusiasmados en diversos proyectos, donde son protagonistas y participes, donde pueden canalizar sus energías; en estos lugares es más difícil que aparezcan casos de violencia; pero en otras instituciones educativas hay sistemas internos altamente autoritarios, donde podría pensarse que la violencia no debería existir, pero el día que falta la figura que representa la autoridad se producen los hechos de violencia.

### Desarrollo Metodológico

Para la presente investigación se determinaron un total de 39 variables, de las cuales 3 son signalíticas y las restantes se encuentran dentro de una escala centesimal (0 a 100).

Para esta investigación se consideraron tres variables signalíticas que son: edad, sexo y estado civil.

El instrumento de medición fue aplicado en diversas instituciones educativas: Licenciaturas e ingenierías en la ciudad de Saltillo y Torreón de la UAdeC, de Escuelas Normales y Tecnológicas y respecto a Nivel secundaria, las encuestas fueron aplicadas la Secundaria “Margarita Maza de Juárez” en la ciudad de Saltillo.

Cabe mencionar, que el total de la población encuestada fue de 43 sujetos. Finalmente, se destaca en esta investigación un total de 5 variables complejas, las cuales son: personas de las que se recibe violencia, violencia que se expresa dentro del salón de clases, tipos de violencia recibidos, conductas violentas en el salón de clase y la violencia expresada dentro del salón de clase.

### Resultados

Los alumnos consideran de suma importancia las conductas violentas en su salón de clases, ya que estos dicen que este fenómeno es de útil importancia para expresar ira y sacar su fortaleza de carácter.

Los alumnos dicen que dentro de su salón de clases, la violencia se expresa por medio de grito, ridiculización y groserías.

Los estudiantes de las instituciones analizadas han recibido en mayor grado la violencia de tipo verbal.

Los alumnos encuestados consideran de menor importancia si la violencia la reciben por parte de los gay y de las personas serias.

Respecto al interior del aula, los alumnos no se califican como detonadores, generadores e inhibidores de violencia.

Los alumnos no consideran de importancia la violencia recibida de tipo de género, racial, sexual y religiosa.

Respecto a recibir violencia en personas que se encuentran en estado de unión libre y solteros se pudo observar, que las personas que se encuentran en unión libre, suelen recibir mayor violencia por parte de los alumnos, que las personas en estado civil soltero.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se obtiene que la mayoría de los sujetos encuestados son mujeres; de igual forma las edades de dichos estudiantes oscilan entre los 13 y los 22 años de edad.

### Conclusiones

Respecto a la investigación realizada, se pudo observar que las conductas violentas en los alumnos sirven para expresar ira y sacar su fortaleza de carácter.

Mediante este análisis de condiciones de violencia en el aula, se obtuvo que ésta se expresa mediante la ridiculización hacia compañeros, groserías entre ambos y las groserías que comúnmente se hacen dentro del salón de clases.

La violencia que más se presenta dentro del salón de clases entre los alumnos, es la de tipo verbal, con esto se puede observar que la mayoría de los alumnos tienden a agredir con palabras o frases a sus compañeros.

La violencia por parte de los gay y de las personas serias, hacia sus compañeros, es la que menos se presenta, quizás debido a que estas personas algunas veces tienden a aislarse.

Respecto a la violencia expresada en el salón, los alumnos no se muestran como detonadores, generadores e inhibidores de violencia.

De igual forma, mediante la investigación realizada, se pudo observar que los alumnos.

### Bibliografía

Aranciaga, M. d. (Febrero de 2005). <http://www.monografias.com/trabajos10/vioso/vioso.shtml>. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos10/vioso/vioso.shtml>.

Belinco, L. (Enero de 2004). <http://www.correodelmaestro.com/antiores/2004/enero/indice%2092.htm>. Obtenido de <http://www.correodelmaestro.com/antiores/2004/enero/indice%2092.htm>.

Herrera, J. (2006). <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=4229>. Obtenido de <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=4229>.

Teresa Bracho, A. C. (2005 de Junio de 2005). [http://www.observatorio.org/comunicados/debate011\\_3.html](http://www.observatorio.org/comunicados/debate011_3.html). Obtenido de [http://www.observatorio.org/comunicados/debate011\\_3.html](http://www.observatorio.org/comunicados/debate011_3.html).

# IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA E-LEARNING PARA CAPACITACIÓN EN LA PLANTA CGV

Jorge Manuel Pool Cen M.M<sup>1</sup>, Lucia Esther Martínez Espinosa M.G.T.I<sup>2</sup>,

## **Resumen—**

**En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en la Compañía de Generación Valladolid S de R L de C.V. durante el desarrollo de una plataforma para brindar capacitación continua a sus empleadores. Cabe mencionar que la empresa en cuestión, es internacional y su función principal es la generación de energía razón por la cual están inscritos en diferentes programas de calidad y seguridad en los cuales cada cierto tiempo reciben auditorias para darle seguimiento a sus funciones y así estar seguros de que cuentan con una compañía segura y un tema medular es la capacitación.**

**Es por esto que en este documento se podrán observar los aspectos generales de la empresa, la justificación del proyecto presentado, las actividades necesarias para conseguir con éxito el objetivo del proyecto, las conclusiones y las recomendaciones a las que se llegaron para mejorar sus procesos y servicios.**

**Palabras clave—**e-learning, MOODLE, capacitación, entornos virtuales.

## **Introducción**

El desarrollo de las tecnologías y centros de enseñanza en la modalidad on-line continua en constante crecimiento, diversas universidades han aprovechado esta área de oportunidad para crear centros de enseñanza virtual, lo cual permite la flexibilidad de horario y disponibilidad para el desarrollo, seguimiento y evaluación de aprendizaje. El uso generalizado de la Internet propicia un ambiente para la creación de tutores y plataformas de enseñanza y ésta puede ser una herramienta para la implementación de cursos de capacitación en las empresas.

El uso de plataformas virtuales tiene un costo mayor a la preparación de material para clases de forma tradicional, debido a que involucra costos de adquisición de equipos y servicios de soporte, sin embargo los beneficiarios son mucho más, se reduce en gastos de instructores, costos de traslado y permite la flexibilidad de los tiempos en las cuales un estudiante puede realizar sus actividades.

Las empresas han involucrado la tecnología para propiciar entornos de capacitación y actualización del personal para aumentar la calidad y productividad de la empresa.

La Compañía de Generación Valladolid, S. de R.L. de C.V. (CGV), de acuerdo a su escritura pública tiene como objeto social el de generar energía eléctrica bajo la modalidad de productor externo independiente en los términos de la Ley del Servicio público de Energía Eléctrica y su reglamento. Es una Central generadora de energía eléctrica tipo ciclo combinado, con una capacidad de 525 MW, está integrada por dos tipos diferentes de unidades generadoras: turbina de gas y turbina de vapor.

Se encuentra ubicada en la Carretera Federal 180, km 8 Mérida-Valladolid; Ebtún, en el Municipio de Valladolid, Yucatán. El número total de trabajadores que laboran en CGV, son 33, siendo 15 empleados administrativos y 18 obreros en planta; de igual forma se consideró un promedio de personal contratista siendo 15. Cada uno de éstos empleados participan en los cursos de actualización en diversos lugares, como resultado de ésta capacitación el personal debe replicar el curso a los empleados, sin embargo el principal problema cuando se daba la capacitación de forma tradicional, es la disponibilidad de horario de los empleados.

La naturaleza de la empresa como parte del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001-2018, tiene entre sus indicadores de calidad la capacitación y/o formación continua del personal.

Como parte de la estrategia para el fortalecer el proceso de capacitación y que ésta pueda ser continua durante todo el año, se implementó una plataforma MOODLE 3.x, en la *intranet* de la empresa, en la cual se involucró el proceso de adquisición del servidor, la instalación de MOODLE, configuración y pruebas de funcionamiento, personalización y capacitación a los diferentes roles de usuarios.

Los aspectos relevantes de la empresa es la adecuación de una plataforma de capacitación que sea una herramienta que pueda consolidarse como un centro de capacitación virtual acorde a los parámetros de disponibilidad los 365 días del año las 24 horas, y esto se logra mediante el fenómeno del e-learning.

<sup>1</sup> Jorge Manuel Pool Cen MM. es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, México [jorgepoole@hotmail.com](mailto:jorgepoole@hotmail.com)

<sup>2</sup> Lucia Esther Martínez Espinosa MGTI. es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Valladolid. [lucymtze@hotmail.com](mailto:lucymtze@hotmail.com)

Moreira(2009), define E-Learning como un conjunto de métodos, tecnologías, aplicaciones y servicios orientados a facilitar el aprendizaje a distancia a través de Internet.

### Descripción del Método

#### *Determinación de los requisitos técnicos y operacionales*

El principal aspecto para la implementación de una plataforma virtual para e-learning es el *hardware* que soporte la cantidad de usuarios conectados simultáneamente. El *e-learning* es un conjunto de métodos, tecnologías, aplicaciones y servicios orientados a facilitar el aprendizaje a distancia a través de Internet.

La empresa debe garantizar la generación de constancias de acuerdo a la acreditación del curso y por consecuencia la plataforma debería generar automáticamente la constancia.

El equipo fue solicitado con base a los requisitos técnicos que se especifica en el sitio oficial de moodle, en la cual indican los aspectos relevante como: memoria ram 8gb, procesador Intel Core i4, además de aspectos de software como el servidor Apache 2.x con la habilitación de php extensión y el gestor de bases de datos Mysql 5.5.x.

La instalación del servidor por políticas de la empresa fue desarrollada por el responsable de área de soporte en tecnologías de la información.

#### *Selección de la plataforma*

Existen diversas tecnologías *opensource* para el desarrollo de plataformas virtuales orientadas al *e-learning*, entre éstas podemos mencionar a LMS, Chamilo, Caroline, DOKEOS, .LRN, MOODLE, Sakai.

Según Baños(2007) para determinar cuál es la mejor opción se analizaron las siguientes características: requerimientos de hardware, interactividad, flexibilidad, escalabilidad, estandarización y usabilidad.

Otro aspecto considerado fueron los costos y se indicó como alternativa el uso de plataformas virtuales de la categoría *opensource*, por lo cual se delimitó las plataformas a ésta características.

#### *Instalación y Configuración*

En este proceso se instaló MOODLE 3.x en un sistema operativo Centos, la cual es derivada de la distribución red hat Linux. Ésta distribución es *opensource* y de gran aceptación en el mercado

En la instalación se requiere de un administrador, en este caso el responsable de soporte tecnológico, fue designado por la empresa como el administrador de la plataforma.

Entre los requisitos estaban la generación de constancias o diplomas por lo cual se añadió la extensión (*plugin certificate* versión compatible con moodle 3.x. Este plugin permite la generación, personalización y gestión de diplomas en formato de documento portable (PDF). Entre sus principales características son el soporte y simplicidad de instalación, configuración y el bajo consumo de recursos.

La personalización del tema acorde a los colores de la empresa se basaron en la tecnología de diseño responsivo (*responsive design*) orientado a la correcta visualización del sitio en diversos dispositivos móviles, esto garantiza la accesibilidad del sitio y la correcta interacción del usuario con la plataforma. El estándar de la W3C para el desarrollo de sitios web considera algunos parámetros como simplicidad en la navegación, accesibilidad web, elegancia, rendimiento en el consumo de recursos, compatibilidad en los navegadores, diseño responsivo y compatibilidad con los módulos instalados.

Los temas son algunos gratuitos, en el sitio oficial de moodle, los temas seleccionados y probados fueron un total de 4 temas, y se optó por el tema denominado *ADVARD*.

En cualquier aplicación web, una de los aspectos mas importantes y menos cuidados es la seguridad, en el caso de moodle, existen ciertos parámetros básicos para cuidar y minimizar los riesgos de seguridad.

El primero de los criterios es la portada o página principal, , la pantalla principal muestra la lista de cursos a cualquier persona que tenga acceso al servidor, por lo cual se deben proteger los contenidos, mediante la modificación del inicio del sitio.

Se deshabilitó el acceso a invitados como parte de la protección de los contenidos de los cursos.

#### *Capacitación*

La plataforma MOODLE 3.x tiene la capacidad de roles de usuarios, éstos roles pueden ser: administrador, administrador de cursos, creador de cursos, profesor, estudiante e invitado. De acuerdo a los requisitos de la empresa, los roles que se adaptan son: administrador, creador de cursos y estudiante. Es importante señalar que un creador de curso puede ser estudiante en otro curso.

La capacitación tuvo una duración de 20 hrs. Para el administrador en los cuales se abordaron las temáticas de seguridad, administración de usuarios, personalización de la plataforma y configuración de las extensiones para matricular, generar certificados y reporte de fallos.

En el caso de los creadores de cursos se solicitó el desarrollo y creación de un curso utilizando los recursos de: foros, archivos, cuestionarios, páginas y tareas.

Se capacitó 30 hrs., a un total de 4 candidatos creadores de cursos haciendo énfasis en el uso de cuestionarios lo cual tiene diversas herramientas y formas de establecer preguntas, entre ellas las de opción múltiple y verdadero / falso.

*Seguimiento y Soporte*

Posterior a la capacitación durante este transcurso se realizaron ajustes como parte del seguimiento del proyecto y la retroalimentación. En el Cuadro 1 puede observarse la siguiente distribución de los empleados.

| Turno      | Lu<br>nes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado |
|------------|-----------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Matutino   | 15        | 15     | 15        | 15     | 15      | -      |
| Vespertino | 15        | 15     | 15        | 15     | 15      | 5      |
| Guardia    | 5         | 5      | 5         | 5      | 5       | 5      |
| Matutino   | 15        | 15     | 15        | 15     | 15      | -      |

Cuadro 1. Cantidad de empleados pro turno

A partir de la distribución y como estrategia de seguimiento se planteó que los gestores de cursos programarán actividades para los días sábados o lunes para que el participante tuviera el tiempo.

Como parte del seguimiento la empresa generó un reporte para apoyar el estudio de investigación donde en el cuadro 2 se resumen el número de cursos por participantes en el período de Febrero-Abril del 2016.

| Curso                         | Participantes | Horas |
|-------------------------------|---------------|-------|
| Seguridad Industrial          | 5             | 40    |
| Protección ambiental          | 6             | 60    |
| Liderazgo y Trabajo en equipo | 10            | 40    |
|                               |               |       |

Cuadro 2. Participantes por curso de Febrero-Abril 2016

Se puede observar en el cuadro 2 la baja participación en algunos cursos, pueden ser diversos factores como interés del material, poco atractivo el curso o la temática no es acorde. Sin embargo al ser los instructores de cursos personal que no tiene una formación en docencia se podría presentar un área de oportunidad para seguimiento o vinculación con sectores especializados en docencia.

El seguimiento del curso se aplicó una encuesta de satisfacción del curso con los siguientes indicadores: contenido, metodología y profesora. El cuestionario se aplicó a los 21 participantes, cabe mencionar que algunos participantes tomaron 2 cursos. La escala de valoración fue de 1 a 5 y se obtuvieron los siguientes resultados.

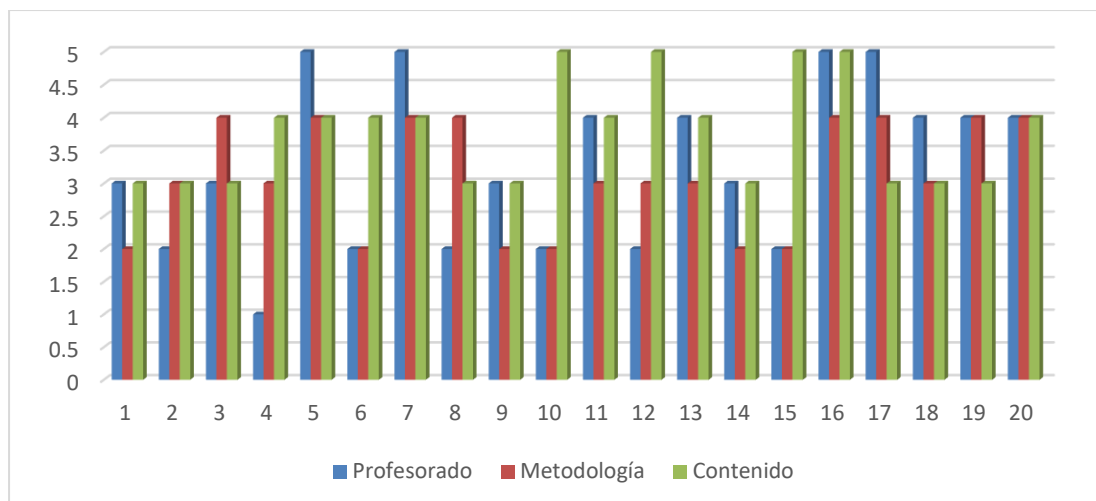


Figura 1. Encuestas de satisfacción de los cursos

De acuerdo a la Figura 1 se puede observar que el indicador profesorado es donde se obtuvo las menores valoraciones y esto puede deberse a la formación y perfil de cada instructor de curso.

Sin embargo se puede apreciar que el contenido es interesante aunque se puede mejorar.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo de implementación de tecnologías se estudió el impacto de la tecnología MOODLE 3.x como herramienta para la capacitación del personal de la planta CGV. La encuesta incluye los resultados de una encuesta de satisfacción sobre el uso de la plataforma MOODLE.

#### Conclusiones

Los resultados indican

#### Recomendaciones

Los desarrolladores de tecnología pueden tomar como base el sistema MOODLE 3.x para desarrollar extensiones que permitan adaptarse y generar la escalabilidad de una plataforma MOODLE, como un medio efectivo para la capacitación del personal de la planta.

La empresa CGV podría ser una empresa innovadora para tener su centro de capacitación virtual en temas de seguridad, etc.

### Referencias

- Balacheff, N., Kaput, J. (2001). Computer-based Learning Environments in Mathematics. International handbook of mathematics education. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Baños, J. (2007). MOODLE 1.8 Manual de Consulta para el Profesorado.
- Bautista, G., Borges, F. y Forés, A. (2006). Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Madrid: Ed. Narcea.
- Moreira, M. (2009). Introducción a la Tecnología Educativa, Universidad de la Laguna, España  
<http://webpages.ull.es/users/manarea/ebookte.pdf>.
- Palomino A. W., (2012). Impacto de las Herramientas MOODLE en el Aprendizaje de Límites de Funciones. Revista Virtual Universidad Católica del Norte (Mayo-Agosto 2012) Colombia.

### Notas Biográficas

La **MGTI. Lucia Esther Martínez Espinosa** Este autor es profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, Yucatán. Ha participado en diversos congresos de Academia Journals.

El **M.M Jorge Manuel Pool Cen**. Este autor es profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, Yucatán. Ha participado en diversos congresos de Academia Journals y del CIINDET 2015. Ha participado como asesor de matemáticas en diversos concursos del evento nacional de ciencias básicas del Tecnológico Nacional de México, en la cual ha implementado una plataforma Moodle para entrenamiento constante de los alumnos del ITSVA, lo cual ha sido como resultado ganar los primeros lugares en la etapa regional.

## APENDICE

### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Los temas han cubierto sus expectativas?
2. Los temas se han tratado con la profundidad que esperaba
3. La duración del curso
4. Las actividades fueron acorde al tema
5. El profesor apoyo al desarrollo de las actividades
6. El profesor domina la material
7. El profesor motiva y despierta interés
8. La tecnología facilita mi formación
9. Los elementos del curso fueron claros
10. La tecnología es acorde a los temas

## Estrategias para la conservación y protección de pinturas rupestres: Caso de aplicación "Abrigo rocoso de Mitla, Oaxaca"

M. Arq. Jorge Alberto Porras Allende<sup>1</sup>, M. Arq. Heidy Gómez Barranco<sup>2</sup>, Dr. Herwing Zeth López Calvo<sup>3</sup> y Dr. Manuel Molinos Molinos<sup>4</sup>

**RESUMEN.-** Presentamos aquí ocho medidas preventivas encaminadas a la conservación y protección de las pinturas rupestres ubicadas en el abrigo rocoso de Mitla para su implementación por autoridades locales, estatales y nacionales, tomando como referencia las experiencias obtenidas en la protección de este patrimonio en países como España y Francia quienes son pioneros en este quehacer dada la antigüedad de su patrimonio. Nuestro caso de estudio, se encuentra ubicado dentro de la poligonal definida por la UNESCO en el año de 2010 como patrimonio cultural en la categoría de paisaje cultural con el nombre de "Cuevas prehistóricas de Yagul y Mitla en los Valles Centrales de Oaxaca". Se enlistan recomendaciones metodológicas encaminadas a la conservación de este patrimonio rupestre.

**Palabras Clave:** Pintura Rupestre, Conservación, Protección, Mitla y abrigo rocoso.

### Introducción

La puesta en valor de cualquier patrimonio requiere indudablemente de la implementación de estrategias específicas encaminada a su conservación de manera sustentable. Ahora bien, la forma en la que un patrimonio se conserva sin sufrir grandes cambios en su composición sería alejado de la presencia de los seres humanos y de los efectos que producen en su entorno, no obstante contar con un patrimonio y no darlo a conocer es poco más o menos como no tenerlo. Tan importante es su conservación como su difusión.

Por lo anterior y con la finalidad de conservar el patrimonio arqueológico formado por las pinturas rupestres del abrigo rocoso de Mitla con miras en su puesta en valor, se plantean estrategias específicas a seguir para su conservación y protección acordes al pretendido flujo de visitantes turistas nacionales y extranjeros al sitio. Las técnicas y alternativas que se mencionan a continuación se fundamentan en las experiencias observadas por investigadores Hispano-franceses en su quehacer protector de este arte parietal.

### Metodología de la conservación del arte rupestre

La intervención científica del arte parietal comprende cinco fases, la de informar (conocer), conservar, proteger, interpretar y difundir. Las tres primeras caen dentro del ámbito científico y en la cuarta se combina el conocimiento científico con la apreciación personal del investigador y la última atiende el aspecto social-informativo.

En relación a la conservación debemos de reconocer que las pinturas están soportadas dentro de un entorno que ha coexistido con el abrigo de soporte, por lo que cualquier modificación al mismo repercute de manera directa al comportamiento de la roca de soporte de este arte afectando su estado de conservación actual.

Las medidas de protección tomadas en las cuevas de Altamira, España y Lascaux, Francia, sin duda se deben a su gran importancia por su valor científico para su época y para siempre, como el hallazgo artístico de una obra cumbre de su tiempo (García, 2004), han sido el parámetro que se ha tomado como referente para la protección y preservación de este patrimonio, si bien, al principio de su implementación en estos sitios no fue suficiente, al paso del tiempo se ha ido mejorando y ahora nos puede servir de guía. Las primeras medidas tomadas fueron de sentido común; el control de acceso de visitantes, el cambio de luces que producen calor por las que no lo producen y la negación al uso de Flash en cámaras. También funcionó evitar el cerrado pleno o modificar el acceso al patrimonio ya que rompe con el estado de existencia con su medio pudiendo afectar su estado de conservación. Esto obedece a colocar puertas selladas.

<sup>1</sup>Profesor e investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura "5 de Mayo"; miembro del CA. UABJO 054. "Tecnología y Sustentabilidad" y Doctorando en el programa de Patrimonio Cultural: Historia, Arte y territorio por la Universidad de Jaén, España. (Autor corresponsal). arq\_porras@hotmail.com. Ponencia aprobada C0157.

<sup>2</sup>Profesora e investigadora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura "5 de Mayo", miembro del CA. UABJO 054. "Tecnología y Sustentabilidad".

<sup>3</sup>Profesor e investigador de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura "5 de Mayo", miembro del CA. UABJO 054. "Tecnología y Sustentabilidad".

<sup>4</sup>Profesor en el área de Arqueología en la Universidad de Jaén, España. En el Centro Andaluz de Arqueología Ibérica.



A continuación se enumera una lista de medidas preventivas o consideraciones a tomar en cuenta para su conservación y protección con miras a la puesta en valor de este sitio de arte rupestre ubicado en la municipalidad de Mitla, del Estado de Oaxaca, en México:

### *1. El control del número de visitantes a acceder.*

Se debe contar con un acceso restringido a un grupo máximo de 20 personas o menos ya que el espacio para observar es reducido, contando con la respectiva vigilancia de un guía ó responsable el cual mencionará la prohibición de tocar directamente las pinturas y su soporte. Un dato a considerar es el número total de visitantes por día, y por mes, que en un buen numero de cuevas como la de Tito Bustillos y Altamira en España y Lascaux en Francia se tiene controlada.

Una Alternativa interesante es el uso de "Neo Cuevas", esto es la réplica realizada con sistemas computarizados de la cueva escala 1:1 respetando la cromática actual según se muestra en Foto 1. En el caso de Altamira se informa que la réplica de figuras se realizó con el sistema utilizado originalmente, esto es a mano.

En todo momento se debe tener mucho cuidado de no ver al arte rupestre únicamente como un medio económico de beneficio y de diversión, generando espacios de entretenimiento que atenten con el estado de conservación de este patrimonio.



Foto 1.- Parte superior de la Neo cueva de Altamira, España.  
Autor Jorge Porras Allende.

### *2. Control de ventilación.*

La falta de ventilación adecuada modifica la concentración de dióxido de carbono, humedad relativa y modifica la temperatura ambiental del sitio, el cual al sufrir una variación de su estado natural repercute directamente en su estado de conservación. La diferencia de temperatura de las rocas de soporte y del aire interior nos muestran en primera instancia el nivel o grado de ventilación obtenido. Un buen sistema para medir de la intensidad de ventilación es sobre la concentración de Gas radioactivo Radon-222 en el aire que contiene, este gas se encuentra en diferente medida en todo tipo de roca en proporciones diferentes, en rocas calizas es de 3.7 ppm (Villar García E., Fernández P., Gutiérrez I., Quindos L. y Soto J. 1991:29). La presencia de turistas modifica el ambiente al aumentar el nivel de humedad, temperatura y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el caso específico de estudio el abrigo cuenta con buena ventilación por lo que estos factores no le afectan, siendo los factores naturales como la lluvia, el viento y el sol factores que poco a poco han mermado su estado de conservación. Es necesario realizar un estudio que permita medir estos factores en los diferentes meses del año.

### *3. Protección de factores que alteran la roca soporte.*

En este caso se toma como referencias las experiencias obtenidas por Manuel Hoyos Gómez (1991) en el estudio realizado en cuevas de la cornisa cantábricas de España (pp. 51-62).

El nivel freático del agua y el proceso de distribución por capilaridad de agua carbonatada en la roca soporte genera una pequeña capa formada por cristales carbonatados sobre las pinturas y la roca soporte en forma de manchas blancas y estrelladas, (vermiculaciones arcillosas). Estos cristales con el agua que las contiene pueden escurrir por la roca, a no ser que el aumento de temperatura a causa de los visitantes los deseeque y los fije a la pintura. El segundo caso, y de mayor impacto es cuando el mineral genera el desprendimiento parcial de costras de soporte (Desconchones) arrastrando consigo a las pinturas, daño paulatino, parcial e irreparable del bien.

La desviación de algunos flujos de agua en la roca y el seguimiento del comportamiento de las pinturas y su soporte mediante estudios fotográficos de calidad, permiten monitorear el grado de desprendimiento para tomar medidas correctivas a tiempo. Un caso observado de pintura rupestre con descamación son las del Barranco del Mortero, en Río Martín, España, el cual fue resuelto mediante inyección de mortero de cal entre la escama de la pintura y su soporte, como una solución correctiva antes de su desprendimiento total (ver foto 2).



Foto 2.- Inyección de cal para evitar desprendimiento.  
foto Jorge Porras Allende



Foto 3. Desprendimiento de pinturas en el Abrigo de la Cañada de Marco, Alcaide, Río Martín, España. Foto Jorge Porras Allende.

El desprendimiento de las pinturas por esta causa ha sido y será constante desde el momento en que las pintaron hasta la actualidad, lo que debemos de cuidar es el no acelerar este proceso, más aun, revertir sus efectos lo más posible (ver foto 3).

Todo esto nos lleva a considerar la protección del área inmediata al abrigo con arte rupestre evitando el cambio de sus condiciones ambientales y de menor manera el área lejana del mismo.

#### *4. Control de contaminación por vegetales y animales.*

Es visible claramente la existencia de colonias de vegetales, pudiendo ser hongos y mohos que se desarrollan sobre materias orgánicas adicionadas a la roca, algas que inclusive se pueden desarrollar sin necesidad de luz como las algas azules y verdes así como musgos o helechos. Para su control se requiere obtener muestras para su revisión en el laboratorio y revertir su desarrollo favoreciendo su regresión o eliminación.

En cuevas y espacios cerrados se debe disminuir el flujo de luz, evitando así su desarrollo, en el caso de abrigos rocosos se puede realizar una limpieza mecánica con control arqueológico en zonas no pintadas o con grabados rupestres.

En el caso del abrigo rocoso de Mitla se observan pequeñas oquedades del grosor de un dedo que al parecer fueron realizadas por algún tipo de avispas que anidan en el lugar borrando una buena parte de pinturas rupestres dejando solo manchas parciales, por lo que es necesario monitorear y determinar quién es el autor de estos daños (ver foto 4).



Foto 4. Oquedades realizadas posiblemente por fauna nociva  
Pinturas rupestres de Mitla. Foto Jorge Porras Allende

### *5. Medidas cromáticas como control de deterioros.*

Primero debemos entender que las pinturas rupestres coexisten con la roca de soporte, el agua y minerales que se filtran, el viento, la población biológica de la roca y el aire que la circula. En todo ello tiene importancia el material con el que se elaboró la pintura ya que este determina su relación primeramente con la roca de soporte y luego con el medio. Normalmente los pigmentos están formados por colorantes minerales y un aglutinante obteniendo; el rojo del óxido e hidróxido de hierro, la hematita y/o la goethita, Los color vino de la mezcla de óxidos e hidróxidos de hierro con arcillas, los amarillos de la limonita y siderita, los blancos a la caolinita y arcillas, el Negro del bióxido de manganeso y la pirolusita y así el rosa a tonos blancos con rojos y el marrón de la mezcla de rojos y amarillos. El aglutinante puede ser grasa animal, jugos vegetales y en algunos casos ámbar.

Utilizando un colorímetro de tipo digital obtenemos de manera automática los valores (X,Y,Z) y sus tres magnitudes (Claridad (L=brillo), cromo (C=intensidad del color) y Tono (H=Clase de color), tomando como referencia el nivel de iluminación del momento en que se realizan las tomas, obteniendo de esta manera el color psicofísico de la pequeña zona coloreada medida señalando en cada caso su ubicación y haciendo el registrando en fotografías, realizando al menos tres tomas por pintura y color, obteniendo el medio de los puntos como referente de cada representación. En el caso de una pintura con dos colores o con dos tonalidades diferentes se tendrá que obtener dos colores promedio, uno para cada color. También es recomendable realizar algunas tomas sobre la roca para monitorear la presencia de flora.

Mediante el registro de las medidas cromáticas de las pinturas de manera periódica podemos conocer el deterioro o presencia de elemento que disminuyen o modifican su color, y a partir de eso intervenir a su favor.

### *6.- Protección legal y por autenticación del patrimonio.*

La participación eficaz y directa de Instancias de Gobierno encargadas de proteger el patrimonio Arqueológico en México, en este caso El Instituto Nacional de Arqueología e Historia, es el medio indicado para su investigación y protección, adicional del compromiso de las autoridades locales de protegerlo, quienes en muchos casos no le dan la suficiente importancia, probablemente debido al desconocimiento de grado de importancia que tienen. Un factor medular de la falta de protección por las instancias respectivas es, sin duda, la falta de recursos económicos destinados a la investigación y preservación, por lo que se hace imperante la colaboración de Investigadores e instituciones educativas a nivel profesional que realicen los trabajos de investigación y catalogación. A partir de 2010 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) registró una declaración de patrimonio cultural en la categoría de paisaje cultural a las cuevas de Tlacolula, con número de referencia 1352, en el cual se encuentra incluido el abrigo rocoso de Mitla, lo cual permite con fundamento legal, realizar acciones de investigación y protección de este patrimonio. Ahora lo que procede es realizar la investigación rigurosa correspondiente, no tanto de su interpretación como de su registro y catalogación.

Casos ejemplares de la importancia de la legislación para la protección del patrimonio son el decreto 714 de la UNESCO en el 1993 de **las pinturas rupestres de la sierra de San Francisco** en México y la ley 12/1997 de 3 de diciembre del **parque cultural de Aragón** que protege el arte rupestre del Río Martín en España (J. Royo, 2008).

Podemos decir pues que mediante decretos de protección patrimonial se prohíbe su afectación directa, y mediante la investigación y autenticación se reconoce su valor histórico y artístico. El uso con fines turísticos de cuevas abiertas al público debe quedar subordinado a su conservación y seguimiento de protección. Lo anterior debe tomarse muy en cuenta para sitios donde el turismo es la fuente de recursos principal para su sociedad, la cual genera presión en contrapeso de su protección, caso específico, el Estado de Oaxaca que recibe altos ingresos anuales por la actividad turística.

Todo proyecto de investigación requiere de autorización explícita de las autoridades correspondientes para su intervención, aunque parezca que la investigación no es una actividad invasora se requiere dicha autorización.

### *7.- Protección física de acceso.*

Los responsables del control de acceso de las cuevas es la instancia de gobierno local como el INAH, tanto para los sitios con pinturas abiertas al público como para las cerradas a las que solo accederían investigadores. Lo más usual es la colocación de rejas metálicas que limitan su acceso (ver Foto 5), aunque este no ha funcionado del todo ya que cuando no se saltan la reja lanzan desde el exterior botellas o cualquier objeto sobre el patrimonio artístico. Si no se tiene cuidado incluso pueden afectar parte del patrimonio artístico, como el caso de las pinturas de Barranca del Muerto en el Río Martín que fue salvado por la oportuna intervención de sus responsables (ver foto 6).



Foto 5. Protección mediante rejas del abrigo de la Cañada de Marco, Alcaide, Río Martín, España. Foto Jorge Porras Allende



Foto 6.- Desprendimiento de roca con pinturas rupestres por querer colocar soporte de herrería en las pinturas rupestres del Barranco del mortero en el Río Martín, España. Foto Jorge Porras Allende.

#### *8. Publicaciones científicas actualizadas.*

La realización de investigaciones científica orientada al registro y catalogación del arte parietal es el primer paso para su protección, dicha intervención debe ir precedida de la autorización respectiva según se indicó anteriormente. Ahora bien, pareciera que ese trabajo se debe de hacer sobre los sitios aun sin estudio previo, sin embargo, se ha comprobado, según refiere Alfonso Maure Romanillo(1991) en su artículo "Investigación y conservación" que existen diferencias sustanciales en los resultados obtenidos de trabajos hechos ya con anterioridad sobre los realizados actualmente, esto principalmente a causa de los limitados medios tecnológicos de épocas pasadas con relación a las nuevas tecnologías de registro con la que hoy se cuenta. Este estudio ahora va unido al que se realiza a su entorno orientado a la búsqueda de yacimientos arqueológicos cercanos.

La difusión científica mediante la investigación controlada de bajo impacto patrimonial es un primer paso para su conservación, no así la publicación del artículo, ya que esto dependen de los recursos para la puesta en valor del patrimonio antes que sea invadido por visitantes y turistas sin conocimiento de las protecciones mínimas para su visita.

Los responsables de un sitio con arte rupestre abierto al público deben contar con estrategias prioritarias encaminadas a la difusión de este patrimonio a grupos escolares, ya que a temprana edad debemos de difundir y concientizar a las nuevas generación de su naturaleza tan frágil, contrastando con la vasta información y conocimiento del pensamiento primitivo que podemos obtener de ellas.

La difusión individual del hallazgo de un sitio con arte parietal ubicando su sitio exacto geográficamente hablando puede provocar el ingreso sin control al mismo por personas que puedan terminar dañando de forma irreversiblemente el patrimonio, por lo que se debe ser cauto en este proceso, siendo mejor la difusión que se realiza de manera institucional posterior a la implementación de estrategias de protección suficientes, teniendo en mente de manera muy posterior la puesta en valor y la consecuente conversión a un atractivo turístico.

#### **RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS ENCAMINADAS A LA CONSERVACION DEL PATRIMONIO RUPESTRE.**

Se presenta una lista de recomendaciones a considerar para la conservación del patrimonio rupestre tomando como referencia las indicadas por Eugenio Villar García en el congreso de Protección y conservación del arte rapaste paleolítico realizado en Asturias, España en 1991.

1. Partir del Estado de conservación y entorno actual de las pinturas para su seguimiento y protección para alargar su permanencia y estado actual.
2. Conformar un grupo multidisciplinario de investigadores que permita la colaboración de diferentes especialistas en diferentes áreas de conocimiento, como arqueólogos, físicos, químicos y biólogos.
3. Delimitar adecuadamente el ecosistema actual de las pinturas que comprenda el estudio de las pinturas, su soporte rocoso, el medio ambiente o entorno. Determinar tipo de roca, aspectos hidrológicos del sitio, régimen pluviométrico, temperatura, pigmentos utilizados y estudio cromático de las pinturas, flora

- microbiana sobre el soporte, las pinturas y el aire y la repercusión del visitante en adición de calor a las pinturas y su soporte.
4. Determinar los flujos de materia y energía entre el entorno y soporte, entre soporte y pinturas y entre pinturas y entorno. Determinando así el flujo de agua y minerales del terreno en la roca soporte, el desprendimiento de pinturas de la roca, la adhesión de minerales y flora al pigmento colorante, el viento, lluvia y sol sobre las pinturas, etc.
  5. Medir mediante modelos matemáticos y gráficas las variantes antes indicadas como base para tomar medidas preventivas y/o correctivas.
  6. Determinar el número de visitantes por grupo que soporta el sitio en base al monitores del comportamiento de las pinturas y su soporte sin afectación.
  7. Aplicar las medidas de protección necesarias hasta la reparación del daño, aunque esto represente el cierre temporal o total a su acceso, buscando es ese caso soluciones alternas.
  8. Realizar el monitoreo de manera permanente de su estado de conservación mientras se cuente con el patrimonio cultural.
  9. Buscar y reinventar en lo más posible nuevas estrategias encaminadas a su conservación en función de los nuevos descubrimientos en la materia.

## COMENTARIOS FINALES

### CONCLUSIONES

La presente investigación nos muestra como el estudio y catalogación del arte rupestre es el primer paso para su Conservación y la puesta en valor de este patrimonio cultural, que a través de su conocimiento nos abre una ventana al pasado, a conocer la forma de vivir y pensar de grupos humanos de tiempos remotos. El siguiente paso, después de la investigación, es aplicar estrategias de protección del arte rupestre, se exponen ocho, desde acciones físicas como de monitoreo de su estado de conservación para poner en marcha acciones específicas encaminadas a tal fin. Es muy importante que la publicación de resultados ante la sociedad científica se realice al ya contar con estrategias de conservación implementadas de manera coordinadas entre autoridades locales, Estatales y del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Con esta investigación fincamos las base necesarias para proceder a la conservación del patrimonio formado por las pinturas rupestres del abrigo rocoso de Mitla de manera sostenida tomando como referencia las experiencias tenidas en España de casos similares, las cuales nos muestra aciertos y errores cometidos, que nos permiten ver con mayor claridad un futuro prometedor para nuestro patrimonio.

## REFERENCIAS

- Alfonso Maure Romanillo (1991, junio). *La protección y conservación del arte rupestre paleolítico, Mesa redonda Hispano-Francesa.- Investigación y conservación* (pp. 175-180) España, Principado de Asturias: Consejería de educación, cultura, deporte y juventud.
- Eugenio Villar García, P.L. Fernández, I. Gutiérrez, L. S. Quindós y J. Sotos (1991, junio). *La protección y conservación del arte rupestre paleolítico, Mesa redonda Hispano-Francesa.- Artículo: Importancia de la ventilación natural en la conservación de las pinturas prehistóricas de recintos hipogeos. Tiempo de recuperación* (pp. 29-33) España: Principado de Asturias.
- Jose Royo Lasarte (2008). Revista Cause no. 29. *Parques culturales y arte rupestre. Conservación y protección.* (p. 8). España: Universidad de verano de Teruel.
- Manuel Hoyos Gómez, (1991, junio). *La protección y conservación del arte rupestre paleolítico, Mesa redonda Hispano-Francesa.-Procesos de alteración de soporte y pintura en diferentes cuevas con arte rupestre del norte de España: Santimamiñe Arenaza, Altamira y Llonin.* (pp. 51-62) España, Principado de Asturias: Consejería de educación, cultura, deporte y juventud.
- Miguel Ángel García Guinea (2004). *Altamira y otras cuevas de Cantabria.*(p.91). España: Silex.

# METODOLOGÍA PARA MEJORAR EL PROCESO DE FABRICACIÓN MANUAL DE MOLDES AUDITIVOS PARA AUDÍFONOS RETROAURICULARES

Ing. Paulina Violeta Prado Martínez<sup>1</sup>, M.A. Verónica Alida Romo García<sup>2</sup>,  
M.C. Sara Torres Álvarez<sup>3</sup> y M.A. Juan Luis Coronado Palomares<sup>4</sup>

**Resumen**— El método manual para la manufactura de moldes auditivos ha sido ampliamente utilizado generando buenos resultados, sin embargo es afectado por la capacidad del personal para llevar a cabo el proceso pues no se tienen medidas de los materiales utilizados.

En este artículo se presenta una mejora del método manual de fabricación de moldes auditivos para el tratamiento de sordera profunda con auxiliares retroauriculares en la empresa ARSOBO A.C., proponiendo una metodología que incluya las medidas y el manejo adecuado de los materiales utilizados para obtener un molde de mejor calidad que permita su uso en pacientes.

Como resultado de la propuesta, se generó un molde auditivo con mejores características físicas, se logró disminuir la porosidad a través de un pulido adecuado de la pieza, lo que finalmente lo llevó a ser utilizado en un paciente.

**Palabras clave**— Molde auditivo, Manufactura, Sordera Profunda, Audífonos Retroauriculares.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las personas con discapacidad 2014-2018, aproximadamente el 15% de la población mundial vive con algún tipo de discapacidad, siendo esta temporal o permanente, además, se espera que este número vaya en aumento debido al envejecimiento general de la población, la aparición de enfermedades crónicas, accidentes, condiciones ambientales, entre otros.

En el caso de la discapacidad auditiva en México, se estima que el 16.5% de la población con discapacidad la presenta, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012, siendo los adultos mayores los más afectados a causa de la edad, aunque existen también los problemas de nacimiento, accidentes o enfermedad como causales de sordera en niños, jóvenes y adultos. Por otro lado, se encontró que hay una presencia más alta de hogares con personas con discapacidad en aquellos con menos ingresos y algunos de ellos no tienen acceso a los servicios de salud pública (PNDIPD, 2014).

Uno de los tratamientos para este problema son los auxiliares auditivos, habiendo diversos tipos y siendo fabricados en distintos materiales. El proceso de fabricación que ha sido ampliamente utilizado es el manual, a través de la toma de impresiones y moldeo en yeso y dándole un acabado con herramientas mecánicas para llegar a las características deseadas. Sin embargo, este proceso no tiene medidas estandarizadas con respecto a los materiales utilizados. A través de este trabajo, se busca generar un procedimiento que cuente con medidas específicas con el fin de disminuir los gastos por deshecho de material, reducir tiempos de manufactura y sobre todo generar un procedimiento que permita una capacitación más eficiente del personal.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

*Arizona Sonora Border A.C.*

La asociación Arizona Sonora Border A.C. (ARSOBO A.C.) nace como una iniciativa de cooperación binacional entre México y Estados Unidos de América, siendo los encargados del programa médicos pertenecientes a la Universidad de Arizona, principalmente en las ramas de ortopedia y audiología y que tiene como objetivo brindar apoyo a personas de escasos recursos y que tienen una discapacidad para moverse o escuchar. A pesar de ser una asociación civil, ARSOBO ha tenido varios logros importantes, como son: la creación de un taller para la fabricación

<sup>1</sup> Ing. Paulina Violeta Prado Martínez es Profesora de la carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México [p Prado@utnogales.edu.mx](mailto:p Prado@utnogales.edu.mx)

<sup>2</sup> La M.A. Verónica Alida Romo García es Profesora de la carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México [veronicaromo@utnogales.edu.mx](mailto:veronicaromo@utnogales.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.C. Sara Tórres Álvarez es Profesora Investigadora de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. [storres@utnogales.edu.mx](mailto:storres@utnogales.edu.mx)

<sup>4</sup> El M.A. Juan Luis Coronado Palomares es Profesor de la carrera de Procesos Industriales y Sistemas Productivos en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. [jcoronado@utnogales.edu.mx](mailto:jcoronado@utnogales.edu.mx)

de sillas de ruedas, empleando a personas en sillas de ruedas, clínicas para diagnóstico la adaptación de prótesis ortopédicas y auditivas, a través del apoyo de médicos voluntarios provenientes de Estados Unidos de América, un taller de fabricación de cargadores solares para las baterías de los auxiliares auditivos y otros proyectos en puerta. La asociación recolecta fondos a través de distintos donativos y con algunos ingresos de la fabricación de sillas, sin embargo, no se tiene un flujo constante de dinero para la misma.

### *Fundamentos*

El oído es el órgano que se encarga de recibir y transducir los sonidos que el ser humano capta de la naturaleza, estos sonidos son resultado de las perturbaciones o vibraciones que existen en el medio ambiente y son transmitidas a través del aire. Una vez que son captadas por el oído estas se convierten en una señal electroquímica que es interpretada por el cerebro.

El oído se puede dividir en tres partes (Figura 1):

Oído externo.- Que es el sistema que capta y dirige el sonido hasta la cavidad media, funcionando como una caja de resonancia que toma la señal de la fuente y la amplifica a través del aire contenido en el canal auditivo.

Oído medio.- Es el sistema óseo que transforma la vibración sonora en un movimiento mecánico, que se transmite hacia el oído interno.

Oído interno.- Es un sistema de filtración y selección de sonidos, tomando en cuenta su frecuencia e intensidad para transmitir una serie de impulsos nerviosos hacia el cerebro, en donde se interpreta la señal.

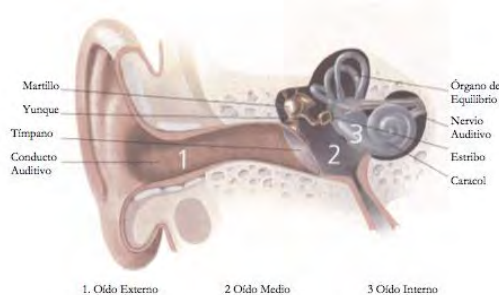


Figura 1. Anatomía del Oído. (Moreno, 2008)

La pérdida de audición o hipoacusia, puede ser causada por malformaciones durante el nacimiento, accidentes, edad. Existen varias formas para diagnosticar el grado de hipoacusia en una persona, algunos ejemplos son la audiometría, la impedanciometría, entre otros, los tratamientos son diversos y se aplican de acuerdo a la magnitud de la pérdida de audición que el paciente presenta, utilizándose sistemas tanto para amplificar y dirigir el sonido hasta la parte del oído que sea necesaria, por ejemplo los audífonos, o incluso se puede estimular directamente al sistema óseo o al nervio auditivo convirtiendo externamente las señales sonoras en impulsos eléctricos, como sucede en los implantes cocleares.

### *Diagnóstico de pacientes en ARSOBO A.C.*

ARSOBO provee, entre otros apoyos, auxiliares auditivos del tipo retroauricular para personas que padecen de sordera profunda. El proceso que llevan a cabo consiste, en principio, en determinar si el paciente es candidato a este tipo de tratamiento, esto es realizado por audiólogos calificados y la frecuencia con la que estos acuden a la asociación es aproximadamente una vez por mes.

Para realizar el diagnóstico se siguen los pasos que a continuación se mencionan:

1. Inspección visual del oído del paciente:

Se realiza una inspección del estado del oído del paciente para descartar infecciones o algún taponamiento por cerilla, cualquiera de los dos casos obstruirá el funcionamiento del micrófono.

2. Estudio de timpanometría:

Se analiza si la respuesta del tímpano es correcta, pues en caso contrario, el auxiliar auditivo no podrá transmitir la señal.

3. Estudio de audiometría:

A través de este estudio, se determina la intensidad y frecuencia del sonido que el paciente es capaz de escuchar. De acuerdo a los resultados, se determina si el paciente es candidato a este tratamiento o si es necesario canalizarlo a otras instituciones.

Una vez que se ha determinado que un paciente necesita que se le adapte un auxiliar, se toma una impresión de silicón (Figura 2) del canal auditivo y finalmente, se envía a distintas compañías para su fabricación, siendo el costo de los mismos de alrededor de 75 usd y el tiempo de respuesta de alrededor de 60 días.



Figura 2. Toma de Impresión.

### Metodología previa

La fabricación de moldes auditivos que se sigue en ARSOBO A.C., es la recomendada por otra asociación llamada *Ears Inc*, ésta tiene un manual de entrenamiento con los pasos a seguir para la manufactura de forma manual. El molde que se adapta a los pacientes de esta asociación es el de tipo cerrado o concha, fabricado principalmente en acrílico, pues ofrece un adecuado aislamiento del sonido, es rígido, fácil de colocar y de limpiar.

Una vez que se ha tomado la impresión de silicón, es necesario generar un contramolde en yeso, este se prepara añadiendo cantidades de yeso dental a una porción de agua, hasta llegar a la consistencia adecuada para poder introducir la impresión en la mezcla.

El siguiente paso es recubrir el silicón con un esmalte, para que sea más fácil desmoldar y se introduce en la mezcla de yeso dejándolo secar, tardando aproximadamente 30 min, una vez terminado dicho proceso, se retira la impresión de silicón, como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Contramolde de yeso.

Después, se cubre con desmoldante el yeso y se forma el molde auditivo con acrílico marca Axcent, la presentación es en polvo y requiere mezclarse con un monómero, de la misma marca, que le da propiedades de dureza y transparencia una vez que se llega al curado completo. La forma de aplicación es a través de capas; es decir, se aplica una cantidad de acrílico en polvo y otra de monómero hasta que el molde de yeso se haya llenado por completo, el proceso de curado para este material, tiene una duración de 15 a 30 min.

Finalmente, se rompe el molde de yeso y se pule el auditivo para disminuir todas las imperfecciones y evitar puntos en los que se pudieran generar bacterias y como consecuencia infecciones. Además, se perfora el auditivo para introducir la conexión al audífono, la cual es un tubo de silicón que tiene como objetivo transmitir el sonido al oído la figura 4 muestra un molde auditivo fabricado con éste método.

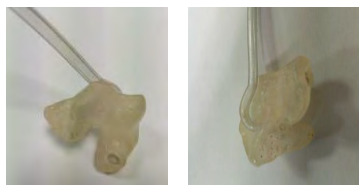


Figura 4. Molde auditivo.



Durante la observación del proceso de fabricación, se encontraron algunos puntos críticos, en el caso del molde de yeso, este debe contener la mezcla de materiales (yeso y agua) adecuada para que no se generen burbujas o grumos y que permita introducir la impresión antes de secar, en este caso, la persona que realiza el proceso ha obtenido su experiencia con el tiempo; sin embargo, la habilidad para realizar una mezcla con la consistencia adecuada dependerá de la capacitación y la frecuencia con la que se realiza la actividad.

En el momento en el que se realizaba el formado con acrílico, se encontró que, al obtener el molde final, no se realizaba la mezcla del monómero y el acrílico adecuadamente, lo que provocaba que el auditivo tuviera hoyos e irregularidades, así como un aspecto opaco, estos defectos no desaparecían al pulir la pieza, por lo que no era posible adaptarlos a los pacientes.

### *Metodología propuesta*

La propuesta que se realizó, se basó en generar cambios principalmente en los puntos débiles del proceso, por un lado, se establecieron medidas en las cantidades de yeso y agua para que la mezcla fuera lo más homogénea posible, pesando las cantidades en una balanza granataria hasta que el técnico consideró que se había llegado a la consistencia adecuada, de acuerdo a lo anterior, se obtuvo dicha consistencia al mezclar 50 gr de yeso y 25 gr de agua. También se invirtió el orden en el que se mezclaron los materiales, agregando el yeso al agua como recomendación sugerida en el manual con el que se cuenta. Por otro lado, se sugirió un cambio en el manejo del acrílico, con la recomendación de un experto, se detectó que la mejor forma de realizar una pieza homogénea, es mezclar el acrílico con el monómero y vaciarlo en el molde, así se asegura la correcta combinación de los dos materiales. Debido a que el curado del acrílico es una reacción que se lleva a cabo en un tiempo establecido, este procedimiento debe realizarse muy rápidamente.

### *Resultados*

Los cambios sugeridos en el procedimiento para fabricación de moldes auditivos utilizado por la empresa ARSOBO A.C., resultaron en un molde auditivo con mejores características físicas (Figura 5). Hubo una mejora en la transparencia del auxiliar, pues ya no se tienen puntos en donde el acrílico no se mezcla con el monómero, así mismo, se tiene como resultado de esto se tiene una sola pieza y se elimina el problema de tenerla incompleta. Al realizar el pulido de la misma, se tiene una superficie con una menor porosidad, lo cual evita la formación de bacterias e infecciones y es más cómodo para el paciente puesto que es más sencillo quitar las superficies afiladas.



Figura 5. Izquierda: Molde proceso anterior, Derecha: Molde proceso mejorado.

### *Conclusiones*

Al implementar las nuevas técnicas de manejo de materiales, se logró adaptar un molde a un paciente, el cual refirió tener la capacidad auditiva adecuada y el sellado correcto.

Con este trabajo, se brinda apoyo a una asociación civil, dedicada a brindar ayuda a personas con escasos recursos que requieren que se les adapte auxiliares auditivos, a generar sus propios moldes para los pacientes de la localidad, además de tener ingresos propios.

### *Trabajo Futuro*

A pesar de que en este momento se cuenta con una metodología funcional, es necesario realizar una selección de los materiales adecuados para esta aplicación, además de realizar otros experimentos, que involucren cantidades y mezclas, con el objetivo de disminuir los defectos en el molde de yeso.

En el caso de la transparencia, aunque se logró tener mejoras, aun se observan burbujas debido al vaciado del acrílico en el yeso, por lo que es necesario contar con un sistema de presurización, de tal forma que durante el curado se eliminen dichas burbujas.

Finalmente, este proceso de manufactura genera algunos errores en la fabricación de los dispositivos y es necesario contar con personal capacitado para llevarlo a cabo, además de que esta capacitación depende de la habilidad de la persona. Actualmente se cuenta con sistemas automatizados para la fabricación de estos dispositivos, por lo que es viable aplicar nuevas tecnologías de manufactura para generar moldes con mayor precisión y con menos defectos.

### *Referencias Bibliográficas*

- INEGI. (3 de Diciembre de 2013). INEGI. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de INEGI:  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/9640/inegi\\_2012.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/9640/inegi_2012.pdf)
- PNDIPD, 2.-2. (30 de Abril de 2014). Portal de Gobierno México. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de GOB.MX:  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23604/Programa\\_Nacional\\_Desarrollo\\_Inclusi\\_n\\_PD\\_2014-2018.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/23604/Programa_Nacional_Desarrollo_Inclusi_n_PD_2014-2018.pdf)
- Moreno, C. (2008). Diseño y construcción de un auxiliar auditivo con características digitales. Tesis para obtener grado de Ingeniero en Electrónica . México, Distrito Federal, México.

### **NOTAS BIOGRÁFICAS**

La **Ing. Paulina Violeta Prado Martínez** es profesora de asignatura de la Carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Realizó sus estudios de Ingeniería Biomédica en la Universidad Autónoma de México y se encuentra realizando sus estudios de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica en el Instituto Politécnico Nacional.

La **M.E. Verónica Alida Romo García** es profesora de tiempo completo de la carrera de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora; es egresada de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora, México. Obtuvo su postgrado en la Universidad del Valle de México, cuenta con un segundo postgrado de Maestría en Administración de Recursos Humanos por parte de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

La **M.C. Sara Torres Alvarez**, Es profesora de tiempo completo de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, impartiendo las materias de Bases de Datos y Redes de computadoras, es graduada de la Maestría en Ciencias Computacionales del Instituto Tecnológico de Nogales, Sonora, , tiene certificación CCNA de Cisco, desarrolla software para empresas de la localidad y ha realizado algunas publicaciones en revistas nacionales.

El **M.A. Juan Luis Coronado Palomares** es profesor de la carrera de Procesos Industriales y Sistemas Productivos en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Obtuvo su postgrado en la Universidad Autónoma de Chihuahua.

## Viabilidad de adquisición y rentabilidad de la franquicia "Gorditas Doña Tota" en el municipio de Tecomán, Colima

EVELYN AUDREY PRADO RODRIGUEZ<sup>1</sup>, M.C. ALFREDO SALVADOR CARDENAS VILLALPALDO<sup>2</sup>, M. C. ENRIQUE MACIAS CALLEROS<sup>3</sup>, M. C. JESÚS MARTIN SANTOS VIRGEN<sup>4</sup> Y M. D. E. NANCY TASS SALINAS<sup>5</sup>

*Resumen*-- El presente trabajo trata la viabilidad de adquisición y rentabilidad de la franquicia "Gorditas Doña Tota" en el municipio de Tecomán, Colima. El cual se aplicó una investigación de mercado en la población, de 85 689 habitantes que representan el 76.01% de la zona centro de Tecomán. La Técnica utilizada para la obtención de los datos es mixta ya que es documental y de campo; Se aplicó un estudio descriptivo y exploratorio, el estudio descriptivo es considerado un trabajo administrativo que determina lo viable de la franquicia, esta perspectiva incluye los instrumentos que se utilizaron para la recopilación de los datos para dar sustento a la conclusión de que la adquisición de la Franquicia Gorditas Doña Tota en el municipio de Tecomán es viable ya que los resultados arrojados fueron de un 80% de aceptación por la población encuestada.

### INTRODUCCIÓN

La población del municipio de Tecomán ha crecido drásticamente en los últimos años y la gente de esta ciudad tiene la necesidad de desplazarse a otras localidades del estado en búsqueda de productos o servicios que no se han incrementado en la misma proporción a las demandas.

Los empresarios de Tecomán tradicionalmente no invierten en procurar agradar a un mercado más demandante y se considera una posible opción para invertir dinero es la adquisición de alguna franquicia que haga falta en el municipio, la franquicias es una forma de negocio que ha experimentado un gran crecimiento a nivel mundial en las últimas décadas (Ramírez y Rondán, 2013).

Las franquicias representan una opción de negocio que llevadas al campo empresarial de manera adecuada y en conjunto con el franquiciante (Feher, 1999), seguramente darán mejor resultado para sus inversiones. Hoy en día los inversionistas buscan obtener su inversión rápidamente de vuelta, además de que se busca invertir el capital en varias empresas para así disminuir riesgos de perder su capital invertido. Varios de los empresarios a lo largo de la historia de las franquicias al no querer arriesgar el dinero del costo de las franquicias para comenzar su negocio, lo que hacen es copiar el esquema de las franquicias y muchas de estas fracasan.

### Planteamiento del problema

En años recientes se ha percatado el crecimiento de pequeñas y medianas empresas en la ciudad de Tecomán. Esto debido a la facilidad con la que el gobierno otorga permisos a los empresarios en respuesta la necesidad de crecimiento de la población. Ahora más que nunca los clientes demandan servicio y productos de calidad que cumplan con sus expectativas o en el mejor de los casos las rebasen. Pero esta no es una labor sencilla, para esto es necesario estar a la vanguardia, un paso delante de la competencia.

La franquicia es un modelo de comercialización, en mayor o menor grado, se ha desarrollado exitosamente alrededor del mundo, con el cual las franquicias de alimentos son las de mayor permanencia en el mercado, las que registran una expansión más rápida y las menos sensibles a las variables económicas.

<sup>1</sup> Evelyn Audrey Prado Rodriguez es alumna del 9º semestre de la carrera de Licenciado en Administración de la Facultad de Contabilidad y Administración de Tecomán, de la Universidad de Colima, México, [karla\\_kymberly@hotmail.com](mailto:karla_kymberly@hotmail.com)

<sup>2</sup> El M. C. Alfredo Salvador Cárdenas Villalpando es Profesor de Administración de la Producción en la Facultad de Contabilidad y Administración de Tecomán, de la Universidad de Colima, [alfredo\\_salvador@uacol.mx](mailto:alfredo_salvador@uacol.mx)

<sup>3</sup> El M.C. Enrique Macias Calleros es Profesor de Sistemas de Información Administrativos para la toma de decisiones en la Facultad de Contabilidad y Administración de Tecomán, de la Universidad de Colima, México, [enrique\\_macias@uacol.mx](mailto:enrique_macias@uacol.mx)

<sup>4</sup> El M. C. Jesús Martín Santos Virgen es Profesor de Comercio Electrónico en la Facultad de Contabilidad y Administración de Tecomán, de la Universidad de Colima, [msantos@uacol.mx](mailto:msantos@uacol.mx)

<sup>5</sup> Nancy Tass Salinas M.D.E es Profesora de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, en Balancán, Tabasco, México [nancy.tass84@gmail.com](mailto:nancy.tass84@gmail.com)

Esta investigación está enfocada en la rama de alimentos debido a la población de Tecomán tiene predilección por la comida rápida, a partir de eso, se comenzó a buscar una franquicia más apropiada al municipio.

Basados en una pequeña investigación para seleccionar una franquicia, se seleccionó por requerir una menor inversión en la rama de alimentos a “Gorditas Doña Tota”, esta se dedica a la venta de gorditas rellenas de guisos con un sabor casero. Esta franquicia tiene un costo aproximado de \$800,000 a \$1,200,000 y es una de las más económicas, esto se debe a instalaciones muy sencillas y no complejas como la mayoría de las franquicias, además de que actualmente cuenta con la experiencia del grupo FEMSA dueños del 80% de las acciones y que puede aportar su experiencia en el desarrollo de formatos pequeños.

#### Pregunta de investigación

¿Es viable la franquicia de alimentos “Gorditas Doña Tota” en la ciudad de Tecomán, Colima?

#### Objetivo general

El presente lleva a efecto la investigación de mercado con la finalidad de determinar si es viable comprar la franquicia de “Gorditas Doña Tota” para su instalación en el municipio de Tecomán.

#### Objetivos Particular

- A partir del análisis de mercado potencial y la competencia directa poder establecer la viabilidad de adquirir y poner en marcha una franquicia de “Gorditas doña Tota” en el municipio de Tecomán.

#### Hipótesis

En la ciudad de Tecomán, Colima es muy pobre en el número de franquicias de comida rápida, por mencionar solo existen pollos el pechugón, subway, salad fresh, pizza happy, benedettis pizza, etc.

La franquicia de Gorditas Doña Tota ofrece otra opción de sabor casero.

H1: La adquisición de la Franquicia Gorditas Doña Tota en la ciudad de Tecomán, Colima es viable, ya que existe la aceptación de este tipo de alimentos por parte de la población de Tecomán.

#### Justificación

En general, invertir es renunciar a unas satisfacciones inmediatas y ciertas a cambio de unas expectativas, es decir, de una esperanza de beneficios futuro. Se requieren fundamentos que favorezcan este tipo de inversión, se presume que la población de Tecomán ha ido buscando y adaptando nuevos esquemas de comidas, hoy en día los Tecomenses buscan algo nuevo, pero sin dejar de lado lo tradicional, esta investigación busca determinar la aceptación o rechazo para esta franquicia de guisos tradicionales.

#### Fundamentación.

Bernal (2002), indica que la *franquicia* nació como una forma de hacer negocios con los recursos de otra persona. Que no solo los económicos (como los bancos y bolsa de valores), sino con la participación de un socio operador y sin el inconveniente de una relación laboral o una participación accionaria en la empresa.

Los elementos del sistema de franquicia son:

- La marca: Una marca comercial es una palabra, un nombre, un símbolo, un dispositivo o una combinación de estos elementos, que identifica los productos y servicios de terceros
- El conocimiento de cómo se hace el negocio (saber hacer): Esta es la intención de transmitir conocimientos para hacer un negocio, nos dice la forma en que se deben hacer las cosas para entregar el producto o servicio a los consumidores.
- La asesoría o asistencia técnica: el franquiciante se asegurará que el franquiciatario cumpla con los procedimientos para entregar el producto o servicio al cliente por medio de las visitas de asistencia técnica y solicitará las correcciones necesarias. La asistencia técnica es un derecho y una obligación para ambas partes es la principal herramienta para mejorar el negocio que conforman.

Veciana (2005), menciona que la franquicia es un sistema de colaboración entre dos empresas independientes y diferentes, pero ligadas por un contrato en virtud del cual una de ellas concede a la otra, mediante el pago de una cantidad, bajo condiciones bien determinadas.

En la franquicia se parte de la base de que una empresa ha desarrollado una idea empresarial, ha acreditado una marca bajo la cual se explota dicha idea empresarial, ha adquirido unos conocimientos y una experiencia, llamado saber hacer (saber cómo), que puede ceder a otra para su explotación.

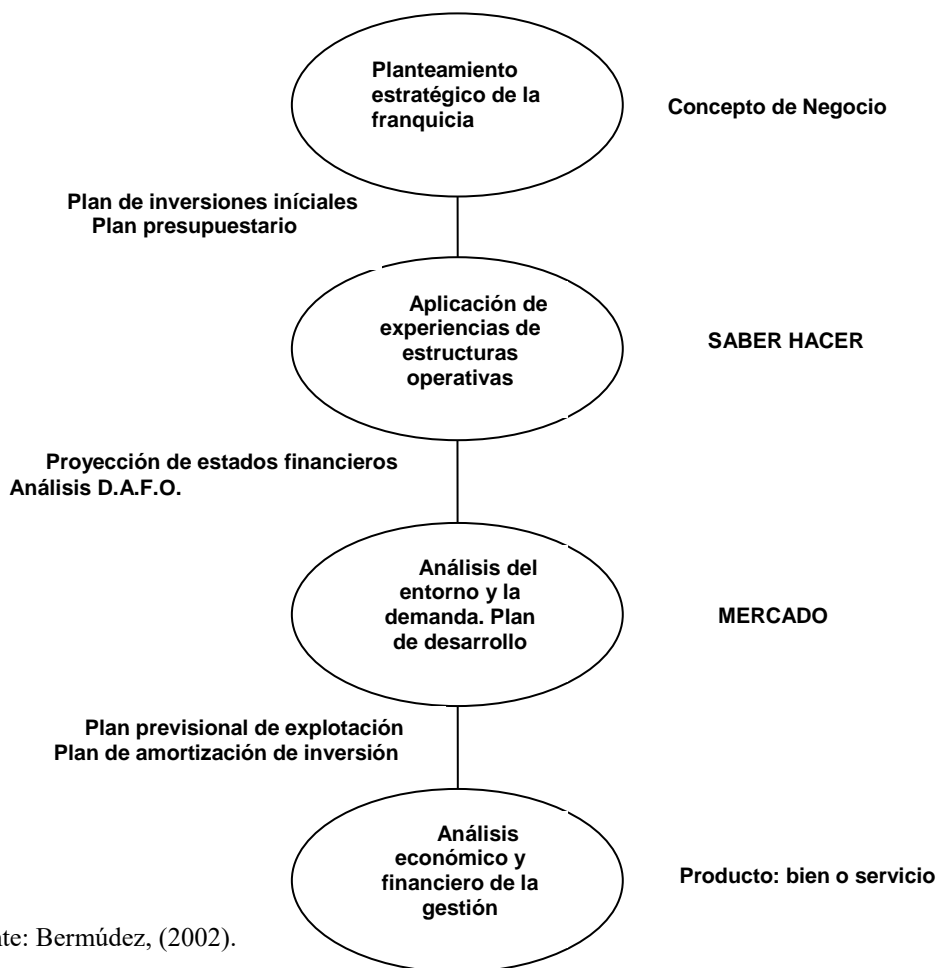
### **Viabilidad del proyecto**

Malaga (2010), decreta que antes que pase mucho tiempo escribiendo un plan de negocios, debe realizar un estudio de viabilidad para determinar si su proyecto es viable o no. A diferencia del plan de negocios, el estudio de viabilidad sólo es aplicable en la etapa de desarrollo de un proyecto que el plan de negocios, por otra parte, se continúa utilizando y revisando después de que el proyecto se ha puesto en práctica. Si conforme al estudio de viabilidad define sus primeras ideas, el plan de negocios utiliza la información del estudio para desarrollar el proyecto en una empresa en operación.

Hamilton y Pezo (2005), mencionan que la viabilidad o factibilidad de un proyecto se determina por la posibilidad de implementarlo. Para que el proyecto sea viable tiene que cumplir satisfactoriamente los requerimientos técnicos, legales, organizacionales, ambientales, financieros y de mercado. Una condición negativa en cualquiera de los aspectos señalados determinara que el proyecto tenga que reformularse o que no se lleve a cabo.

Por otra parte Hamilton y Pezo (2005), “nos estipulan que el comportamiento de los consumidores consiste en distinguir quiénes son y que quieren los clientes del proyecto. Se debe investigar el proceso de decisión de un consumidor para la adquisición de los productos del proyecto”.

Figura 1 Análisis de viabilidad



Fuente: Bermúdez, (2002).

## METODOLOGÍA

El contexto de la investigación. La presente investigación se realiza en el estado de Colima y se centrará en el centro del municipio de Tecomán, para lo cual cabe destacar lo siguiente: según El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), se registraron 112 726 habitantes en el municipio de Tecomán, de la zona centro de Tecomán que son 85 689 habitantes representa el 76.01% de la zona de Tecomán.

Tipo de estudio utilizado. descriptivo, y por ser un trabajo administrativo que busca determinar si es viable y rentable la franquicia en el municipio, se puede considerar una investigación exploratoria.

Técnica para la obtención de datos

La Técnica utilizada para la obtención de los datos para la investigación es mixta ya que es documental y de campo: se aplica un cuestionario piloto a una muestra representativa a la población a investigar.

Marco de muestreo

Debido a los factores de tiempo y costo, se toma como base estadísticas muestrales, para estimar las variables sobre la viabilidad y rentabilidad de la franquicia en Tecomán. Una estadística muestral es una medida de resumen de una muestra, con el objeto de utilizar los datos muestrales para realizar inferencias estadísticas, incluyendo estimaciones, la muestra tomada es aleatoria

### □ diseño de prueba piloto

1.- Formula  $K = N/n$

Dónde:

K= intervalo de selección de muestreo

N= total de la población

n= es un valor tentativo por conveniencia diremos que será 20

$$K = N/n = \frac{85,689}{20} = 4,284.45 \approx 4,285$$

A la aplicación de las 20 encuestas 16 personas contestaron que sí y 4 que no a la pregunta ¿Les gustan las gorditas de maíz rellenas de guisado? A partir de ello se determina la proporción verdadera con la siguiente fórmula:

$$p_s = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \frac{a}{n}$$

a = contestaciones afirmativas = 16

n= cantidad de encuestas en prueba piloto = 20

$$\frac{16}{20} = 0.8 = 80\%$$

$q_s = 1 - p_s = 1 - 0.80 = 0.20$  o %

Se calcula la desviación estándar de la proporción muestral ( $Sp_s$ )

$$Sp_s = \sqrt{\left(\frac{N-n}{N}\right)\left(\frac{p_s q_s}{n}\right)}$$

$$Sp_s = \sqrt{\left(\frac{85\,689 - 20}{85\,689}\right)\left(\frac{0.80 \cdot 0.20}{20}\right)}$$

$$Sp_s = \sqrt{(0.999766597)(0.008)}$$

$$Sp_s = 0.08943228$$

Se construye un índice de confiabilidad de 95% para la proporción verdadera.

$$p_s + t_{n-1, \alpha/2} Sp_s$$

Donde  $p_s = 0.65$ ,  $Sp_s = 0.1066$  y  $t_{n-1, \alpha/2} = 2.1098$

Por lo tanto:

$$0.65 \pm (2.1098)(0.1066)$$

$$0.65 \pm (0.22490468)$$

$$0.4251 \leq p_s \leq .8749$$

Con 95% de confianza se estima que la proporción verdadera de personas que les gustan las gorditas de maíz rellenas de guisado está entre 0.4251 y 0.8749, es decir entre 42.51% y 87.49%.

Realizando una estimación puntual total verdadero de personas que les gustan las gorditas de maíz rellenas de guisado

$$\tau = Np_s$$

Donde  $N = 119723$  y  $p_s = .65$

Por tanto

$$\tau = 77820$$

Se estima el intervalo verdadero de personas que les gustan las gorditas de maíz rellenas de guisado, con una confiabilidad de 95%.

$$\tau \pm (t_{n-1, \alpha/2})(N)(s_{ps})$$

Donde

$$\tau = 77820, Sp_s = 0.106644736, N = 119723, t_{n-1, \alpha/2} = 2.1098$$

por tanto:

$$77820 \pm 26939$$

$$50881 \leq \tau_s \leq 104759$$

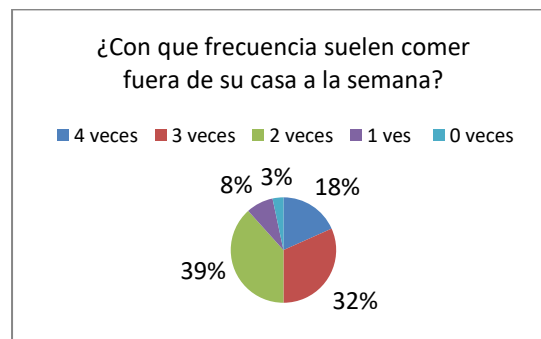
Considerando que el tamaño de la muestra preliminar es de 20 el tamaño de muestra necesario para estimar el total con una precisión del 15% del total preliminar y una confiabilidad de 95% se calcula de la siguiente manera.

$$n = \frac{N^2(t_{n-1, \alpha/2})^2(p_s q_s)}{d^2 + N(t_{n-1, \alpha/2})^2(p_s q_s)}$$

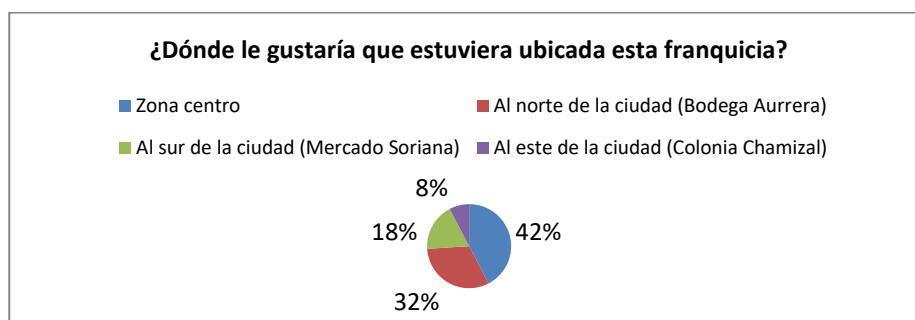
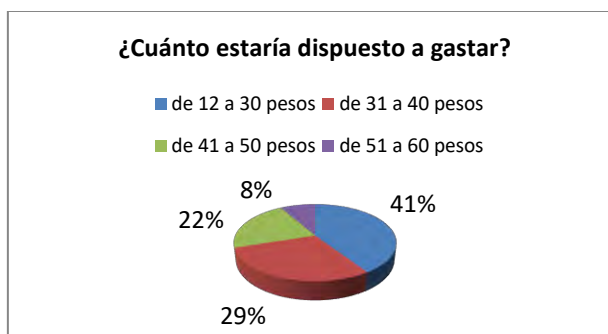
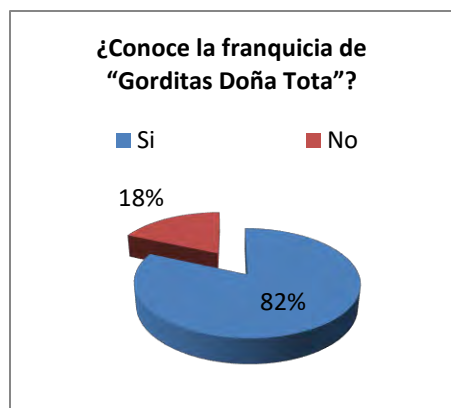
$$n = 44.9905 \approx 45$$

Y si quisiéramos aumentar la precisión solo tendríamos que incrementar el porcentaje de aplicación. Para mayor certeza y contando con el elemento humano de apoyo se realizaron 300 encuestas.

**Resultados:**



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

### Conclusiones

Aunque el estudio de mercado parece muy favorable, en cuanto a la disposición de consumir el producto que ofrece la franquicia Doña Tota, y la inversión en ella sería menor; con un aprox. de \$800,000 a \$1,200,000.00 y dicha franquicia se encuentra respaldada actualmente por el corporativo Femsa, se tiene que ahondar en los hábitos de consumo de la población Tecomense, ya que múltiples franquicias del ramo alimenticio han fracasado, subway, salad fresh, entre otros porque tienen que competir con los puestos de comida locales que aunque no rivalicen en calidad de producto e higiene, si son más económicos, referenciando la pregunta de cuánto estarían dispuestos a gastar, en suma el 70% de la población entrevistada, de 12 a 40 pesos, que es lo equivalente a dos gorditas doña tota. Por otra parte se sugiere considerar las preguntas propuestas por Soy Entrepreneur, que debes hacerte antes de emprender con una franquicia: 1.- ¿Qué productos o servicios quieres vender? 2.- ¿Cuánto dinero tienes para invertir? 3.- ¿Cuál es el costo total de la compra? ya que comprar la franquicia no es el único gasto en el que vas incurrir. 4.- ¿Está bien establecida la franquicia en la que invertirás? 5.- ¿Son estables las franquicias disponibles? 6.- ¿Cuál es la historia de la franquicia? 7.- ¿Cuál es el tipo de formación que entregará la franquicia? 8.- ¿Cuáles son los términos del contrato?

### REFERENCIAS

- Bermúdez González, G. J. (2002). La franquicia: elementos, relaciones y estrategias. Editorial ESIC.
- Bernal García, B. (2002). Negocio o Franquicia: El camino para ser independiente, México. Editorial McGraw-Hill.
- FeherTocatli, F. (1999). Franquicias a la Mexicana. Editorial McGraw-Hill. México. P.p. 82
- Hamilton Wilson, M. y Pezo Paredes, A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos tecnológicos empresariales aplicados. Bogotá, Colombia. Primera edición, Convenio Andrés Bello.
- Kotler, P. y Armstrong, G. (2003). Fundamentos de Marketing. Sexta Edición, editorial Prentice Hall.
- Malaga, S. (2010). Cómo abrir y operar un restaurante rentable. Liberty drive. Editorial first published by author house.
- Ramírez-Hurtado, J. M. y Rondán-Cataluña, F. J. (2013). Agrupación de franquiciadores basados en sus preferencias sobre los franquiciados Revista Venezolana de Gerencia, vol. 18, núm. 62, Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela, pp. 200-216.
- Veciana, J. M. (2005) La creación de empresas un enfoque gerencial, Barcelona, España. Editorial la caixa.
- Gorditas Doña Tota (2012). La historia de las gorditas doña tota. Recuperado de <http://www.donatota.com/>
- Perfil socio económico (2012). Nivel socio económico del municipio de Tecomán. Recuperado de <http://www.tecoman.gob.mx/perfilsocioeconomico.pdf>



# TURISMO MÉDICO: UNA OPCIÓN DE DESARROLLO EN LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS

Mtra. Rocío Preciado González<sup>1</sup>, Dra. Stella Maris Arnaiz Burne<sup>2</sup>,

**Resumen**—El turismo médico es un fenómeno reciente basado en diferencias entre los sistemas de salud de un país y otro, dando ventajas para atender pacientes que en su país de origen no pueden. México ha desarrollado este tipo de infraestructura, existen en el país hospitales de talla internacional, de los cuales egresan profesionales calificados, que terminado su especialidad, buscan insertarse en el medio productivo. Carrera and Briges (2006) definen al turismo médico como “El viaje organizado fuera de la jurisdicción de salud de un ciudadano para la mejora o restauración de la salud del individuo a través de la intervención médica”. Esto implica, que en ciertos lugares del mundo, exista una infraestructura eficaz con recursos humanos eficientes, que han construido una organización capaz de recibir a éste tipo de turismo, que viaja para recuperar su salud, dejando en el sitio de elección, una derrama económica generando desarrollo regional.

**Palabras clave**—Turismo Médico, Turismo en Salud

## Introducción

La Región de Bahía de Banderas, está formada por la confluencia de dos estados, por el noroeste el estado de Nayarit (municipio de Bahía de Banderas) en confluencia con el estado de Jalisco, con el municipio de Puerto Vallarta. En conjunto ambos municipios tienen una población de 379,886 habitantes según el censo del 2010 del INEGI. A esta población debemos agregar una buena cantidad de población flotante que viaja de Estados Unidos y Canadá para pasar aquí temporadas largas.

El turismo médico es un fenómeno relativamente reciente que es definido por Carrera and Bridges (2006) de la siguiente manera: “El viaje organizado fuera de la jurisdicción de salud de un ciudadano para la mejora o restauración de la salud del individuo a través de la intervención médica”. Esto quiere decir, que para este tipo especial de turistas, su país de origen no puede solucionar de forma satisfactoria sus problemas de salud, por lo que buscan opciones donde puedan ser satisfechas, generalmente por cuestiones económicas.

México ha sido capaz de desarrollar este tipo de infraestructura, no de una forma fortuita, sino que existe en el país grandes centros médicos de talla internacional, de los cuales egresan profesionales altamente calificados, que una vez terminado su entrenamiento de especialidad y subespecialidad, buscan insertarse en el medio productivo generalmente en la medicina privada; para dicho entrenamiento es indispensable el buen uso del idioma inglés, lo que les ofrece una herramienta más para desarrollarse con éxito en dicho mercado, ya que muchos de ellos complementan dicho entrenamiento con “Fellows” fuera del país, lo que les permite además, conocer la idiosincrasia de otras culturas y puedan fácilmente acoplarse a ellos cuando los atienden en nuestro país.

## Desarrollo del tema

El turismo médico se basa en las diferencias entre los sistemas de salud de un país y otro, en donde un país, (receptor) confiere a otro (emisor) ventajas para poder atender problemas de salud que en su país de origen no pueden solventar, la buena conectividad del país receptor ayuda a que el viaje sea cómodo y rápido (Arceo, 2012) los principales motivos por los que los paciente buscan este tipo de servicio son los siguientes:

**Económicos:** El acceso a ciertos procedimientos que son más económicos en otros países que en el propio, por lo que aún con el gasto que implica el viaje, es más beneficioso para ellos hacer el viaje para atender dicho problema de salud.

**De tiempo:** El sistema de salud del país de origen suele cubrir todos los aspectos, pero el tiempo para poder acceder a ellos son prolongados, el paciente mientras tanto, tiene que lidiar con dolor, incapacidad y mala calidad de vida mientras éste tiempo llega, por lo que opta por acortarlo atendiéndose en otro destino que pueda darle lo mismo en menos tiempo.

<sup>1</sup> Mtra. Rocío Preciado González, es Profesora Investigadora Titular A de tiempo completo de la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa. [rocio.preciado@gmail.com](mailto:rocio.preciado@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dra. Dra. Stella Maris Arnaiz Burne, es Profesora Investigadora Titular C de tiempo completo de la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa

Discreción: Esto sobre todo en las cirugías estéticas y bariátricas, al hacerse lejos de su lugar de origen, el entorno del paciente no se da cuenta que el paciente se operó.

Calidad de servicios: El país receptor suele ofrecer a sus pacientes, un estándar de calidad y se seguridad alto que da confianza a los pacientes, ya que tanto el personal de servicios (médicos, enfermeras, terapeutas) como la infraestructura, cuenta con certificaciones y/o lineamientos que aseguran dicha calidad

Las áreas de mayor demanda de turismo médico en nuestro país son:

- Cirugía Bariátrica
- Cirugía Ortopédica
- Tratamientos dentales
- Cirugía estética

La Ley General de Turismo, no contiene un apartado específico para el Turismo Médico, sin embargo, en varios aspectos se habla del apoyo a sectores estratégico e innovadores que puedan ayudar a la región a su desarrollo. En la Estrategia 4.11.2. que habla de impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico, en la líneas de acción dice a la letra:

“Posicionar adicionalmente a México como un destino atractivo en segmentos poco desarrollados, además del sol y playa, como el turismo cultural, ecoturismo y aventura, salud, deportes, de lujo, de negocios y reuniones, cruceros, religioso, entre otros” (Ley Turismo, 2015)

Dentro del país, encontramos varias sedes importantes en cuanto a Turismo Médico, uno de ellas es de forma natural, la frontera con el mayor proveedor de turistas en salud: Estados Unidos,

Tijuana ha sido un punto que por la cercanía a la frontera ha permitido desarrollar un tipo especial de migración que acuden no solo a atenderse médicamente, sino que también buscan obtener con mayor facilidad medicamentos que en Estados Unidos son más controlados, ya que aquí en México pueden venderse sin receta médica y en Estados Unidos no. (Vargas 2011)

Las ciudades cercanas a la frontera norte, han sido favorecidas con un flujo regular de residentes estadounidenses que acuden para atención a su salud, pero el tipo de turismo que acude a la región de Puerto Vallarta y Bahía de Banderas, tiene características diferentes, los primeros se ven beneficiados por los habitantes de ciudades también fronterizas que retornan rápidamente a su lugar de origen, muchas veces sin haber conocido los principales puntos de la ciudad a la que acuden, el turismo médico que acude a ésta región, han planeado su viaje por más tiempo, algunos acuden hasta una semana antes para disfrutar del sol, la playa y las actividades que ofrece la región para posteriormente someterse a sus cirugías, los familiares que los acompañan disfrutan la ciudad y los atractivos que ofrece, en general, disfrutan su estadía (Arceo, et al. 2014), mientras que los que acuden a las ciudades fronterizas, están en todo momento temerosos por la violencia que hay en dicha zona.

En éste contexto, en México se han creado 15 clúster de turismo médico, uno de ellos en el estado de Jalisco. En la página oficial del Consejo de Promoción Turística de México, están expuestos como lugares con infraestructura para turismo médico, los estados de Baja California, Chihuahua, Cd. de México, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora y Tamaulipas, sin embargo, en las ciudades que promocionan no se menciona en ninguna parte la Ciudad de Puerto Vallarta.

Carrera and Briges (2006) nos definen al turismo médico como “El viaje organizado fuera de la jurisdicción de salud de un ciudadano para la mejora o restauración de la salud del individuo a través de la intervención médica”. Esto implica entonces, que en ciertos lugares del mundo, exista una infraestructura eficiente y capaz que aunado a Recursos Humanos igualmente eficientes y profesionales, han construido una organización capaz de recibir a éste tipo de turismo, que al mismo tiempo que viaja para recuperar su salud, deja en el sitio de elección, una derrama económica que se ve reflejada en el desarrollo regional de dicha zona.

Éste mismo autor, en otro artículo estima que las personas que buscan Turismo en Salud entre 2005 y 2010 se incrementaron hasta un 32%, sin embargo, los ingresos aumentarán un 42% ascendiendo a 728 mil millones de dólares en 2010, de éste total, el 23% se destinaría a América. (Carrera 2006).

Cabe hacer mención, que existen términos que pueden confundirse con el término de Turismo Médico, principalmente el que se refiere a Medicina Turística, la cual se diferencia especialmente en que ésta última se aplica cuando un turista es atendido en el lugar donde vacaciona sin haber planeado ese viaje por ese motivo, generalmente es tratado por accidentes o enfermedades repentinas que le ocurren en el lugar donde vacaciona.

La región de Bahía de Banderas posee características que ofrecen a nuestros turistas, algo más que sol y playa, la opción de turismo médico es viable en esta región ya que cuenta con una población de más de 300 médicos especialistas y sub-especialistas, además de hospitales con infraestructura vanguardista, y demás recursos humanos y tecnológicos que aseguran una atención a la salud integral, segura, confiable y resolutive.

Es importante el conocimiento tanto de puntos fuertes y los puntos débiles de esta actividad para fortalecerlos, creando junto con las autoridades competentes (públicas y privadas) estrategias que ayuden a posicionar a Puerto

Vallarta y Bahía de Banderas, dentro de los mejores lugares de turismo médico en México, crear un diagnóstico significativo para elaborar estrategias a futuro que pudieran hacer más eficientes los procesos de desarrollo, con una planeación estratégica y sustentable hacia ciertas zonas de la ciudad donde se pueda potenciar el desarrollo humano, científico, la infraestructura y otros elementos a considerar.

Una de las fortalezas de esta actividad, es que los turistas médicos, generalmente vienen de países más desarrollados que el de nosotros, por lo tanto tienen un poder adquisitivo más holgado que les permite invertir también en servicios y productos cuya ganancia queda directamente en nuestra región. (Arias et col. 2012).

El Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS) es la instancia que regula las reglas sobre el comercio internacional de servicios, diferente al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) que regula mercancías. Ambos derivan de la Organización Mundial de Comercio, la cual a la fecha, está integrada por 164 miembros, mismos que fueron adhiriéndose en diferentes fechas, en la caso de México, desde el 1 de enero de 1995 y miembro del GATT desde 1986. (OMC, 2016).

El Acuerdo General sobre Comercio de Servicios (AGCS) tiene los mismo objetivos que el GATT, se basa en la creación de un sistema confiable, justo y equitativo para que todos sus integrantes tengan claras las normas comerciales internacionales, y que esto, paulatinamente derive en el desarrollo de los países que lo conforman. (OMC, 2016). Puede entenderse como Servicio “A un sector que abarca actividades relacionadas con los servicios materiales no productivos de bienes, que se prestan a los ciudadanos, como la administración, la enseñanza, el turismo, etc.” (RAE, 2016).

El AGCS distingue en sus modalidades de servicio, la que se refiere como: “Consumo en el extranjero”, el cual se da, cuando un consumidor de servicios, se desplaza al territorio de otro para obtener un servicio (OMC, 2016), dentro de ésta clasificación, caben las dos modalidades que nos ocupa, el turista y el paciente de turismo médico.

México se encuentra entre los 5 primeros países en ofrecer servicios médicos a extranjeros, captando con esto una remesa anual de 289 millones de dolares, según datos del Fondo Monetario Internacional (2013). Esto por supuesto os coloca en una situación ventajosa, el primer lugar lo ocupa Estados Unidos, sin embargo, la obtención de la visa de entrada a éste país, dificulta su traslado, sin olvidar que precisamente éste país también el primer emisor de turistas de éste tipo. Por lo anterior, México tiene una enorme ventaja para captar a quienes buscan opciones seguras y económicas para solventar sus problemas de salud.

En la página oficial que la Secretaría de Turismo tiene para el Turismo de Salud, se menciona que hay 20 destinos en nuestro país, en donde pueden realizarse de forma segura y confiable, procedimientos médicos que cumplen con estándares de calidad para la salud, sin embargo no se mencionan directamente las ciudades en donde se pueden llevar a cabo éstos procedimientos, esto deberá ser uno de los puntos a apuntalar en las recomendaciones para mejorar.

Según la Secretaría de Turismo de México, en 2016, Puerto Vallarta es el 4 destino mas visitado de playa en el país, en ésta página no hacen referencia explícita a los turistas que vienen por motivos de salud, son datos que aún no se registran oficialmente y son de difícil obtención.

La infraestructura médica que atiende a este tipo de turistas en la región, está representada por 4 hospitales privados, en donde existe personal calificado y bilingüe para su atención, sumando en total 70 camas. Estos hospitales cuentan con toda la infraestructura necesaria para atender las principales solicitudes de los pacientes de turismo médico: Cirugía Bariátrica, Ortopédica y Plástica.

La derrama económica que se genera por la atención de éstos paciente, es más amplia que solo la que queda en el hospital y médicos, ya que generalmente estos pacientes no vienen solo, acuden con por lo menos un familiar, que se hospeda, alimenta y consume en el área metropolitana de Vallarta y Bahía de Banderas.

### **Comentarios Finales**

Es evidente que el turismo medico es una estrategia de desarrollo en donde se generan diversas opciones de crecimiento en los lugares donde se instalan este tipo de servicios, generando desarrollos inmobiliarios para hospedar a los usuarios, equipar las instalaciones de herramientas de diagnostico e intervencion de calidad, selección minuciosa de recursos humanos, capacitación y migración de especialistas con la evidente derrama economica que esto conlleva. Este desarrollo no queda circunscrito a las instalaciones relacionadas con la salud, sino que abarcan un especto social y economico mas amplio, ya que los familiares de los usuarios se hospedan, alimentan y utilizan servicios fuera del hospital o clinica. El promedio de estancia de estos pacientes es de 10 dias, aunque solo dos o tres estan dentro del hospital, por lo que el resto del tiempo hacen uso de los servicios que ofrece el destino turistico. Por lo que las instituciones de gobierno han visto un nicho de oportunidad, la cual debe estar vinculada a la iniciativa privada y ambos buscar estrategias para consolidar la region de Bahia de Banderas como un destino de referencia para el turismo medico.

## Referencias

- Arias Aragonés, Francisco José, Carballo Payares Alexander Mauricio, Matos Navas Rodolfo Enrique, "El turismo de Salud: Conceptualización, historia, desarrollo y estado actual del mercado global" *Clio América* 2012 año 6 No. 11 p.p. 72-98
- Arceo Real, C., Andrew Greig, M., & Cabral Araiza J. México, un destino de clase mundial para el turismo médico. Realidad y Perspectiva. Universidad de Guadalajara. (2012)
- Carrera, Percivil M, and John FP Bridges. "Globalization and healthcare: understanding health and medical tourism" *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research* 6.4 (2006): 447-454.
- INEGI <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=14> Consultado 04 de mayo 2016.
- J. Greenfield, L. Metz, R. A. Marrie, W. Wall, M. Goyal, N. Jette, O. Suchowersky, J. Newsome, S. Patten. Medical Tourism for Chronic Cerebrospinal Venous Insufficiency (CCSVI) Treatment in Multiple Sclerosis. *CMSC ACTRIMS Cooperative Meeting*. Dallas, Texas. 2014 <https://cmsc.confex.com/cmssc/2014/webprogram/Paper2432.html> Consultado 16 de marzo 2016
- Ley General de Turismo [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGT\\_171215.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGT_171215.pdf) Recuperado el 5 de Abril de 2016.
- Organización Mundial del Comercio [https://www.wto.org/spanish/thewto\\_s/countries\\_s/mexico\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/thewto_s/countries_s/mexico_s.htm) Consultado 01 de agosto de 2016
- Percivil M, Carrera, and John FP Bridges. "Health and Medical Tourism: What they mean and imply for health care systems" *Health and Ageing* 2006
- Promexico. Secretaría de Turismo, Secretaría de salud. Turismo de Salud 2014 [http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/374/2/DS\\_Turismo\\_salud\\_ES.pdf](http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/374/2/DS_Turismo_salud_ES.pdf) Recuperado el 2 de mayo de 2016
- Real Academia Española <http://dle.rae.es/?id=XPWJMeO> Consultada el 01 de Agosto de 2016.
- Secretaría de Turismo, 2016. <https://www.gob.mx/sectur/prensa/son-10-los-destinos-que-mas-visitan-los-turistas-nacionales-e-internacionales-en-semana-santa> Consultado 8 de Mayo de 2016.
- Vargas Hernández, J.G. Intercambio transfronterizo de servicios de Salud y medicinas en la región de Tijuana y San Diego. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*. 6 (10) (2011)

## Notas Biográficas

**Mtra. Rocío Preciado González** Es profesora investigadora de tiempo completo Titular A del Centro universitario de la Costa, de la Universidad de Guadalajara, maestra en Terapia Familiar y estudiante del Doctorado en Ciencias para el Desarrollo Sustentable y Turismo del Centro Universitario de la Costa. Es perfil PROMEP y cuenta con varias publicaciones científicas.

**Dra. Stella Maris Arnaiz Burne**. Es profesora investigadora de tiempo completo Titular C del Centro Universitario de la Costa, de la Universidad de Guadalajara, es Doctora en Antropología, miembro del SIN Nivel 2, perfil deseable PROMEP y responsable del Cuerpo Académico CEDESTUR, nivel consolidado, tiene una amplia producción científica entre los que se cuentan numerosas publicaciones tanto de artículos científicos como libros en México, Argentina, Brasil y España

# Eficiencia terminal en asignaturas de matemáticas en el tronco general de asignaturas de ingeniería en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco

Dra. Georgina Pulido Rodríguez<sup>1</sup> y Dr. Ricardo López Bautista<sup>2</sup>

**Resumen**—En esta investigación se analiza la eficiencia terminal en asignaturas de matemáticas del Tronco General de estudios de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Se revisan las cifras reportadas por Sistemas Escolares de la UAM por asignatura y por cadenas de asignaturas, de acuerdo con los mapas curriculares del Tronco General. Se mencionan los ajustes en planes y programas de estudios que se llevaron a cabo con la finalidad de mejorar la eficiencia terminal; con la información procesada, se puede afirmar que no ha habido una mejora sustancial.

**Palabras clave**—Eficiencia terminal, formación básica para ingenieros, evaluación curricular, rendimiento escolar.

## Introducción

Las diez licenciaturas en ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) tienen un conjunto de asignaturas obligatorias: el tronco de nivelación académica (TNA), con las asignaturas: Inducción a la Vida Universitaria, Introducción a la Física, Taller de Matemáticas y el tronco general de asignaturas (TGA), donde se brinda formación en ciencias básicas. Se muestra la lista de asignaturas que pertenecen a los dos troncos en la Tabla 1.

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 1  | Inducción a la Vida Universitaria                         | TNA |
| 2  | Introducción a la Física                                  | TNA |
| 3  | Taller de Matemáticas                                     | TNA |
| 4  | Cinemática y Dinámica de Partículas                       | TGA |
| 5  | Laboratorio de Movimiento de una Partícula                | TGA |
| 6  | Dinámica del Cuerpo Rígido                                | TGA |
| 7  | Laboratorio del Cuerpo Rígido y Oscilaciones              | TGA |
| 8  | Introducción a la Electroestática y Magnetostática        | TGA |
| 9  | Complementos de Matemáticas                               | TGA |
| 10 | Introducción al Cálculo                                   | TGA |
| 11 | Cálculo Diferencial                                       | TGA |
| 12 | Cálculo Integral  | TGA |
| 13 | Ecuaciones Diferenciales Ordinarias                       | TGA |
| 14 | Termodinámica   | TGA |
| 15 | Estructura Atómica y Enlace Químico                       | TGA |
| 16 | Laboratorio de Reacciones Químicas                        | TGA |
| 17 | Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería  | TGA |
| 18 | Laboratorio de Estructura y Propiedades de los Materiales | TGA |
| 19 | Programación Estructurada                                 | TGA |
| 20 | Métodos Numéricos en Ingeniería                           | TGA |
| 21 | Probabilidad y Estadística                                | TGA |

Tabla 1. Asignaturas de los troncos de nivelación y general de asignaturas en ingenierías

<sup>1</sup> La Dra. Georgina Pulido Rodríguez es profesora – investigadora Titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. [gpr@azc.uam.mx](mailto:gpr@azc.uam.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Ricardo López Bautista es Coordinador de UEA y Coordinador del Grupo Temático “Álgebra y Geometría” en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. [rlopez@azc.uam.mx](mailto:rlopez@azc.uam.mx)

Hay secuencias de asignaturas con prerrequisitos y corre registros. Los prerrequisitos han de ser cubiertos antes de solicitar inscripción en una materia. Los corre registros imponen una restricción para que un alumno se inscriba en las asignaturas marcadas así; por ejemplo, para inscribirse en un “Laboratorio de Química” que tiene corre registro con “Química”, el alumno debe haber cursado “Química”, aun cuando no la hubiese acreditado; también podría estar solicitando inscripción simultánea en “Química” y en “Laboratorio de Química”.

El diagrama de seriación del TGA puede ser consultado en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-A (DCBIA) que aparece en las referencias. Se puede representar con gráficas dirigidas cuyos nodos son las asignaturas y donde los arcos marcan la relación de orden o de condicionamiento (corre registros); la complejidad del diagrama reside en que hay más de un nodo inicial y varios nodos terminales, con arcos que se conectan a nodos intermedios. La gráfica tiene subgrafos disconexos, que pueden estar conectados con otras partes del plan de estudios de la carrera de ingeniería que se elija. En este trabajo se aborda el segmento inicial obligatorio de los planes de estudios.

Se pueden estructurar cadenas de asignaturas con laboratorios o con trayectorias diversas; para este estudio se eligieron las principales asignaturas terminales del TGA.

Los periodos de trabajo en la UAM son trimestrales: invierno, primavera y otoño. Se consideran las estadísticas generadas por la Oficina de Sistemas Escolares de la UAM-A a partir del tercer trimestre de 2011, 11O, cuando se llevaron a cabo modificaciones en el TGA.

### Descripción del Método

La eficiencia terminal (ET) de una cadena de asignaturas se puede calcular con la expresión propuesta por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), donde se divide el número de alumnos egresados del nivel educativo TGA en el ciclo escolar  $t$  entre el número de alumnos de nuevo ingreso al primer curso del mismo nivel educativo en el trimestre (o ciclo escolar)  $t-i$ , con el número  $i$  igual a uno, dos, tres o cuatro, según sea la longitud en trimestres de la cadena de asignaturas; el resultado es la fracción de egreso, es decir, la eficiencia terminal de la cohorte del trimestre  $t-i$ . Si  $t$  es el trimestre en el que se estima la ET, la operación  $100 (E_t / I_{t-i})$  nos brinda el porcentaje, donde  $E$  es la población de alumnos que egresa,  $I$  la población de alumnos que ingresa.

Las cadenas de asignaturas que se consideran aquí son las de química, matemáticas, física y sistemas. Todas las asignaturas del TGA se ofrecen durante cada trimestre.

Puede ocurrir que un alumno de una cohorte no se inscriba en el siguiente trimestre y que en el conteo de alumnos que egresan de una asignatura terminal del TGA existan alumnos de cohortes anteriores.

El ajuste de créditos para los alumnos por los cambios en el TGA permitió que algunos que ya no tenían oportunidad de inscribirse por haber agotado sus oportunidades (hasta dos en grupo escolarizado) pudieran hacerlo ahora.

La cadena más reducida es la de química, formada por dos asignaturas: a) Estructura Atómica y Enlace Químico, b) Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería, como puede verse en la Tabla 2.

|         |  |
|---------|--|
| 1113084 | Estructura Atómica y Enlace Químico                      |
| 1113086 | Estructura y Propiedades de los Materiales en Ingeniería |

Tabla 2. Asignaturas de química

Con estas asignaturas mostraremos el método aplicado a cada secuencia de asignaturas. Se muestra en la Tabla 3 el ingreso en el tercer trimestre de 2011, el llamado trimestre 11O (once otoño), con el número de alumnos egresados el trimestre siguiente, el 12I (12 invierno, el primer trimestre de 2012). En la misma Tabla 3 se muestra la eficiencia terminal de cada cohorte.

| Trimestre inicial   | 11O  | 12I  | 12P  | 12O  | 13I  | 13P  | 13O  | 14i  | 14P  | 14O  | 15I  | 15P  |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de alumnos que ingresaron a 1113084 Estructura Atómica y Enlace Químico                | 1014 | 432  | 442  | 632  | 299  | 647  | 739  | 813  | 452  | 716  | 351  | 388  |
| Número de alumnos que egresaron de 1113086 Estructura y Propiedades de los Materiales en Ing. | 445  | 283  | 212  | 292  | 224  | 317  | 451  | 134  | 244  | 351  | 166  | 171  |
| Trimestre final   | 12I  | 12P  | 12O  | 13I  | 13P  | 13O  | 14i  | 14P  | 14O  | 15I  | 15P  | 15O  |
| Eficiencia terminal por cohorte   | 43,9 | 65,5 | 48,0 | 46,2 | 74,9 | 49,0 | 61,0 | 16,5 | 54,0 | 49,0 | 47,3 | 44,1 |

Tabla 3. Eficiencia terminal en la cadena de asignaturas de química en el TGA

En la Tabla 4 se muestra la cadena de asignaturas de cálculos, cuya asignatura terminal es Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. La eficiencia terminal calculada para cada cohorte aparece en la Tabla 5. En la investigación realizada para analizar la repercusión en cambios de asignaturas de matemáticas, que aparece en Pulido y López (2016) se hace un contraste de las eficiencias terminales de una cadena de asignaturas de cálculo y ecuaciones diferenciales equivalente a la que aparece aquí.

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| 1112026 | Taller de Matemáticas               |
| 1112027 | Introducción al Cálculo             |
| 1112028 | Cálculo Diferencial                 |
| 1112029 | Cálculo Integral                    |
| 1112030 | Ecuaciones diferenciales Ordinarias |

Tabla 4. Asignaturas de matemáticas en el TGA.

| Cohorte             | 11 3 | 12 1 | 12 2 | 12 3 | 13 1 | 13 2 | 13 3 | 14 1 | 14 2 | 14 3 | 15 1 | 15 2 | 15 3 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Eficiencia terminal | 16,2 | 19,6 | 15,1 | 24,5 | 17,0 | 28,6 | 30,8 | 46,8 | 7,6  | 19,4 | 37,4 | 32,1 | 27,2 |

Tabla 5. Eficiencia terminal de asignaturas de matemáticas en el TGA.

En el TGA hay dos asignaturas terminales de física: Termodinámica y la de Introducción a la electrostática y Magnetostática. La primera ha permanecido en el TGA desde el inicio de la UAM-A; la segunda fue creada en el trimestre 11O. En la Tabla 6 se muestra la cadena de asignaturas con un corregistro para Termodinámica y en la Tabla 7 aparece otra cadena de asignaturas en corregistro con Termodinámica; el significado de tales corregistros sería que un alumno no podría inscribirse a Termodinámica si no se ha inscrito a Cálculo Diferencial (véase la Tabla 6) y tampoco podría inscribirse a Termodinámica si no se ha inscrito a Dinámica del Cuerpo Rígido.

|         |                         |                               |
|---------|-------------------------|-------------------------------|
| 1112026 | Taller de Matemáticas   |                               |
| 1112027 | Introducción al Cálculo |                               |
| 1112028 | Cálculo Diferencial     | Corregistro con Termodinámica |

Tabla 6. Una secuencia de asignaturas para inscribirse a Termodinámica.

|         |                                     |                               |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1111078 | Introducción a la Física            |                               |
| 1111079 | Cinemática y Dinámica de Partículas |                               |
| 1111081 | Dinámica del Cuerpo Rígido          | Corregistro con Termodinámica |

Tabla 7. Otra secuencia de asignaturas para inscribir Termodinámica

En estos casos de corre registros, consideramos la población inicial para la primera asignatura en la cadena en un trimestre  $n$ . Esto significa que los alumnos tendrían que haber aprobado dos asignaturas en cada uno de los dos trimestres previos para aspirar a inscribirse en Termodinámica en el trimestre  $n+2$ . Se calculan las eficiencias terminales para cada cadena y se obtiene el mínimo, para asegurar que los alumnos que ingresaron en una cohorte estén en la intersección de las poblaciones de ambas cadenas de asignaturas.

Cabe mencionar que el archivo de datos podría tener un dato inexacto en el ingreso a Introducción a la física en el trimestre 14I, cuestión que incide en la eficiencia calculada superior a cien en ese trimestre.

|  | 11O  | 12I   | 12P  | 12O | 13I  | 13P  | 13O  | 14I   | 14P  | 14O  |
|--|------|-------|------|-----|------|------|------|-------|------|------|
| Ingresaron a Introducción a la Física                                  | 649  | 78    | 520  | 575 | 68   | 570  | 653  | 47    | 450  | 787  |
| Egresaron de Termodinámica   | 292  | 461   | 224  | 11  | 21   | 57   | 195  | 124   | 128  | 218  |
| Eficiencia terminal de Termodinámica con respecto a Intr. a la Física. | 45,0 | 591,0 | 43,1 | 1,9 | 30,9 | 10,0 | 29,9 | 263,8 | 28,4 | 27,7 |
| Ingresaron a Taller de Matemáticas                                     | 1302 | 1130  | 1179 | 831 | 889  | 545  | 813  | 856   | 572  | 617  |
| Egresaron de Termodinámica   | 292  | 461   | 224  | 11  | 21   | 57   | 195  | 124   | 128  | 218  |
| Eficiencia terminal de Termodinámica con respecto a Taller de Mat.     | 22,4 | 40,8  | 19,0 | 1,3 | 2,4  | 10,5 | 24,0 | 14,5  | 22,4 | 35,3 |
| Mínimo de las dos eficiencias terminales                               | 22,4 | 40,8  | 19,0 | 1,3 | 2,4  | 10,0 | 24,0 | 14,5  | 22,4 | 27,7 |

Tabla 8. Eficiencia terminal en Termodinámica

En la Tabla 9 aparece una de las cadenas de asignaturas para otra física, Introducción a la electrostática y Magnetostática. En la Tabla 10, cadena para la misma, esta vez con un corre registro. Significa entonces que los alumnos habrán de acreditar tres materias en los trimestres previos, a la par que otras tres, las de cálculo.

|         |   |
|---------|---|
| 1111078 | Introducción a la Física                          |
| 1111079 | Cinemática y Dinámica de Partículas               |
| 1111081 | Dinámica del Cuerpo Rígido                        |
| 1111083 | Introducción a la electrostática y Magnetostática |

Tabla 9. Asignaturas de física, segundo nodo terminal de física en el TGA

|         |                         |   |
|---------|-------------------------|---|
| 1112026 | Taller de Matemáticas   |   |
| 1112027 | Introducción al Cálculo |   |
| 1112028 | Cálculo Diferencial     |   |
| 1112029 | Cálculo Integral        | Corregistro con Introducción a la electrostática y Magnetostática |

Tabla 10. Asignaturas que conducen a un corre registro para el segundo nodo terminal de física en el TGA

En la Tabla 11 se muestra la eficiencia terminal por cohorte para Introducción a la Electroestática y Magnetostática, de acuerdo con la secuencia que inicia con Introducción a la Física y la eficiencia terminal por cohorte, considerando que el alumno debe haber acreditado las asignaturas de cálculo. Debe notarse en la Tabla 11 que hay eficiencias terminales superiores al 100%; esto se explica por la ausencia de datos del ingreso a Introducción a la Física en el archivo de trabajo, por un lado, aunque tal vez los alumnos terminan antes sus asignaturas de física que las de matemáticas, que aparentemente complican su llegada a la asignatura terminal de Magnetostática, si se atiende a la eficiencia terminal mostrada en la Tabla 11.



| Cohorte | Ingresaron a Introducción a la Física | Ingresaron a Taller de Matemáticas | Egresaron de Magnet. | ET con Intr. a Fís. | ET con Taller | Mínimo de Ef. Term. |
|---------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|---------------------|
| 11O     | 649                                   | 1302                               | 183                  | 28,2                | 14,1          | 14,1                |
| 12I     | 78                                    | 1130                               | 236                  | 302,6               | 20,9          | 20,9                |
| 12P     | 520                                   | 1179                               | 271                  | 52,1                | 23,0          | 23,0                |
| 12O     | 575                                   | 831                                | 281                  | 48,9                | 33,8          | 33,8                |
| 13I     | 68                                    | 889                                | 207                  | 304,4               | 23,3          | 23,3                |
| 13P     | 570                                   | 545                                | 180                  | 31,6                | 33,0          | 31,6                |
| 13O     | 653                                   | 813                                | 255                  | 39,1                | 31,4          | 31,4                |
| 14I     | 47                                    | 856                                | 188                  | 400,0               | 22,0          | 22,0                |
| 14P     | 450                                   | 572                                | 163                  | 36,2                | 28,5          | 28,5                |
| 14O     | 787                                   | 617                                | 220                  | 28,0                | 35,7          | 28,0                |

Tabla 11. Eficiencia terminal para Magnetostática como nodo terminal del TGA

El curso de Probabilidad y Estadística tiene la serie de prerrequisitos que se muestran en la Tabla 12. En la Tabla 13 se muestra la eficiencia terminal para Probabilidad y Estadística.

|         |                         |  |
|---------|-------------------------|--|
| 1112026 | Taller de Matemáticas   |  |
| 1112027 | Introducción al Cálculo |  |
| 1112028 | Cálculo Diferencial     |  |
| 1112029 | Cálculo Integral        | Corregistro con 1153001 Probabilidad y Estadística |

Tabla 12. Nodo terminal Probabilidad y Estadística del TGA.

| Cohorte                            | 11O  | 12I  | 12P  | 12O  | 13I  | 13P  | 13O  | 14I  | 14P  | 14O  |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ingresaron a Taller de Matemáticas | 1302 | 1130 | 1179 | 831  | 889  | 545  | 813  | 856  | 572  | 617  |
| Egreso de Probab                   | 278  | 239  | 269  | 191  | 269  | 264  | 204  | 160  | 192  | 166  |
| Ef. Term                           | 21,3 | 21,1 | 22,8 | 22,9 | 30,2 | 48,4 | 25,0 | 18,6 | 33,5 | 26,9 |

Tabla 13. Eficiencia terminal para Probabilidad y Estadística

En la Tabla 14 se detalla la cadena de asignaturas que llevan a Métodos numéricos en Ingeniería (MNI); en la Tabla 15 aparece la secuencia de asignaturas de cálculo que llevan a una asignatura en corregistro con MNI; en la Tabla 16 se muestra la eficiencia terminal por cohorte para MNI.

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| 1112026 | Taller de Matemáticas           |
| 1112013 | Complementos de Matemáticas     |
| 1151038 | Programación Estructurada       |
| 1151039 | Métodos numéricos en Ingeniería |

Tabla 14. Secuencia de asignaturas para la asignatura terminal del TGA Métodos Numéricos en Ingeniería

|         |                         |   |
|---------|-------------------------|---|
| 1112026 | Taller de Matemáticas   |   |
| 1112027 | Introducción al Cálculo |   |
| 1112028 | Cálculo Diferencial     |   |
| 1112029 | Cálculo Integral        | Corregistro con Métodos numéricos en Ingeniería |

Tabla 15. Cadena para corregistro con Métodos Numéricos en Ingeniería

| Cohorte  | 11O  | 12I  | 12P  | 12O  | 13I  | 13P  | 13O  | 14i  | 14P  | 14O  |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ingresaron a Taller                                | 1302 | 1130 | 1179 | 831  | 889  | 545  | 813  | 856  | 572  | 617  |
| Egresaron de Métodos numéricos en Ingeniería (MNI) | 263  | 329  | 276  | 167  | 173  | 213  | 295  | 204  | 232  | 315  |
| Ef. Terminal de MNI.                               | 20,1 | 29,1 | 23,4 | 20,0 | 19,4 | 39,0 | 36,2 | 23,8 | 40,5 | 51,0 |

Tabla 16. Eficiencia terminal para Métodos numéricos en Ingeniería.

### Comentarios Finales

El promedio de eficiencias terminales en el TGA es alrededor del 30%. Considerando que el promedio de créditos de una ingeniería es de 480 créditos, los 125 que tiene el TGA son la cuarta parte de la carrera. ¿Cómo repercute esto en la eficiencia terminal de las ingenierías? Es una pregunta que surge.

#### *Resumen de resultados*

Las cadenas de asignaturas del TGA tienen longitudes hasta de 4 trimestres, pero la combinación con corre registros y las aristas que se construyen entre asignaturas de diferentes secuencias repercuten en el tiempo que un alumno debe dedicar para esta parte obligatoria de sus estudios de ingeniería. Esto es, quizá hay más de una razón para imponer restricciones para la inscripción de materias, pero habría que dar seguimiento a las trayectorias académicas de los alumnos, para reconocer candados y trabas que impiden que alguien termine con sus estudios.

#### *Conclusiones*

Si bien es cierto que la UAM ha adquirido un lugar de prestigio en reportes periodísticos, es preocupante el comprobar que alrededor de la tercera parte de los alumnos que ingresan a las carreras de ingeniería termina su TGA en tiempo y en forma.

#### *Recomendaciones*

Se propone mantener un sistema de indicadores actualizado para evaluar las políticas educativas y como insumo para hacer evaluación curricular que permita retroalimentar los cambios en los planes y programas de estudios. Se recomienda hacer un análisis periódico para hacer pronósticos y confrontar con los resultados que se obtengan en los trimestres siguientes.

### Referencias

- [1] División de Ciencias Básicas e Ingeniería UAM – Azcapotzalco. Diagrama de seriación del Tronco General; página consultada el 6 de septiembre de 2016. Dirección de internet: [http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/UEA\\_TG/](http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/UEA_TG/).
- [2] Pulido, G. y R. López. "Repercusión de cambios en planes de estudios de ingeniería: comparación de dos cadenas de asignaturas de matemáticas" Memorias de Extensos de la Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas, agosto 2016.
- [3] División de Ciencias Básicas e Ingeniería UAM – Azcapotzalco. Informes de Actividades de la Coordinación de Tronco General y de Nivelación, página consultada el 31 de agosto de 2016. [http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/Informe\\_Actividades\\_TG\\_TNA](http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/Informe_Actividades_TG_TNA)
- [4] Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), página consultada el 20 de mayo de 2016 [www.inee.edu.mx/bie/mapa\\_indica/2011/.../AT/AT02/2011\\_AT02\\_i](http://www.inee.edu.mx/bie/mapa_indica/2011/.../AT/AT02/2011_AT02_i)

# Impacto de evaluaciones en línea en el rendimiento académico de asignaturas de matemáticas para ingeniería en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Dra. Georgina Pulido Rodríguez<sup>1</sup>, Dr. Ricardo López Bautista<sup>2</sup>

**Resumen**— Desde 2010, los autores han construido evaluaciones en línea usando Moodle ( <http://galois.azc.uam.mx> ) para asignaturas de matemáticas en carreras de ingeniería en la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana. La aplicación ha sido variada: como autoevaluaciones para alumnos, en formato híbrido (b-learning) en cursos, o bien, para acreditar cohortes de una asignatura. En este trabajo se hacen comparaciones entre el rendimiento escolar de alumnos en cada trimestre, agrupados en cada caso en dos categorías: los que tienen apoyo de evaluación en línea y los que se evalúan en otros formatos, para una misma materia. Los índices de aprovechamiento son mejores para los primeros en los últimos trimestres del periodo analizado.

**Palabras clave**—Evaluación del aprendizaje, evaluación en línea, evaluación en Moodle, índices de rendimiento escolar.

## Introducción

Durante los últimos años, los autores se han dedicado a promover el uso de la evaluación en línea para apoyar el aprendizaje de los alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A), a pesar de que los lineamientos para la evaluación de los productos académicos para la obtención de becas salariales no contemplan ese tipo de trabajo ni otros relacionados con las nuevas tecnologías, como puede apreciarse en el Tabulador para Ingreso y Promoción del Personal Académico (TIPPA) inserto en el Reglamento de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico (RIPPA). Este hecho limita la participación de más colegas en el proceso, ya que no les resulta atractivo el destinar su esfuerzo para la construcción de material didáctico digital, mucho menos para generar reactivos de evaluación en línea.

En el Reglamento de estudios Superiores (RES) de la UAM se menciona la existencia de evaluaciones periódicas y evaluaciones terminales, pero no se especifica ni se restringe el formato de evaluación, de manera que es posible que los profesores responsables de curso apliquen exámenes tradicionales escritos para evaluar, así como pueden poner en práctica una gran variedad de formas de evaluación, entre otras, en línea. Por otra parte, la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-A (DCBI-A) publica todos los programas de estudios, donde se definen las modalidades de conducción y de evaluación para cada asignatura, llamada Unidad de Enseñanza Aprendizaje (UEA); algunos que se mencionan son: clase teórica y práctica con apoyos de medios audiovisuales y computacionales. Alternativamente, modalidad de Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI), que es semipresencial y en el que los alumnos tienen un horario y lugar definido para venir a preguntar dudas a sus profesores, pues ellos deben estudiar en forma autodidacta con guías específicas. También se abren grupos con modalidades Cursos No Presenciales (CNP) y Cursos de Sistema de Aprendizaje Colaborativo (CSAC), apoyados en plataformas y donde se aplican principios de educación a distancia.

La evaluación del aprendizaje en línea, por otra parte, es un tema que se ha puesto en marcha en universidades como la Oberta de Catalunya, tal como lo presentan Costa-jussá et al, 2011.

Como puede verse en Pulido 2013, la evaluación en línea en asignaturas de la DCBI-A inició en 2010 y la evaluación terminal para cohortes de una asignatura de matemáticas (“Complementos de Matemáticas”) se formalizó en 2011. Desde entonces, alrededor de 400 alumnos al trimestre tienen acceso a los recursos didácticos y de autoevaluación disponibles en <http://galois.azc.uam.mx> para apoyar su aprendizaje; algunos de ellos no se ven obligados a presentar evaluación terminal, pues cumplen con sus evaluaciones periódicas en tiempo y en forma para obtener su acreditación, en buena medida porque usan los materiales de apoyo. Es por eso que el número de sustentantes en el Examen Global es menor al número de alumnos en la cohorte.

El número de asignaturas en las que se aplica la evaluación en línea ha venido aumentando. En particular, en Taller de Matemáticas, Introducción al álgebra lineal, Introducción al Cálculo, Matemáticas Discretas, Cálculo Diferencial, Criptografía, en grupos atendidos por los autores de este artículo.

Por otra parte, algunos profesores eligen aplicar las evaluaciones periódicas en línea del curso “Complementos de Matemáticas” en <http://galois.azc.uam.mx> a sus alumnos, para evaluar a sus alumnos en forma integral,

<sup>1</sup> La Dra. Georgina Pulido Rodríguez es profesora – investigadora Titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. [gpr@azc.uam.mx](mailto:gpr@azc.uam.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Ricardo López Bautista es Coordinador de UEA y Coordinador del Grupo Temático “Álgebra y Geometría” en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. [rlopez@azc.uam.mx](mailto:rlopez@azc.uam.mx)

valorando sus esfuerzos en tareas y participaciones, además de las evaluaciones periódicas y terminales estipuladas en el programa de estudios. En las estadísticas de uso de la plataforma en este trabajo nos referimos a este conjunto de alumnos, junto con los asignados a los autores, además de los que se refieren a continuación.

Las oportunidades para acreditar un curso son cinco; no más de dos veces en forma escolarizada y las demás en examen terminal, por ejemplo. Hay un programa de apoyo a los alumnos que ya no pueden inscribir una asignatura, por haber agotado sus oportunidades en curso escolarizado, llamado “alumnos en recuperación SAI”, en el que pueden estar aprovechando las características de un curso regular en SAI, con el valor agregado de poder acreditarlo si cumplen con las exigencias que se marcan durante el trimestre, en lugar de presentar un examen terminal de tres horas para acreditar su curso. Esta oportunidad brinda un espacio de aprendizaje para los alumnos. En el SAI, específicamente en los cursos que imparten los autores, se acostumbra aplicar diez exámenes, de manera que, si el alumno falla en uno, puede volver a intentarlo. Cuentan además con recursos dentro de un aula virtual, donde pueden consultar o bien, revisar ejemplos didácticos.

Los resultados de esta opción se presentaron en las jornadas de TICS en UAM-Cuajimalpa en noviembre de 2015. En Pulido (2015) se muestra que el número de alumnos beneficiados desde el trimestre 14O al 15P es de 205, que en contraste con el número de alumnos que hay en la DCBI-A, alrededor de 6,000, puede verse muy limitado; sin embargo, es una opción que realmente logra integrar a un esquema regular a los alumnos que estaban en riesgo de tardar más en su formación, por esperar a que pudiesen aprobar un examen, cuyos intentos ocurren una vez al trimestre, tres en un año.

### Descripción del Método

Se contó con la información de la Oficina de Sistemas Escolares de la UAM-A para realizar las estadísticas correspondientes a los índices de aprovechamiento de los grupos por trimestre.

Se clasificó a los grupos como “tradicionales” o “plataforma”. Los últimos son los alumnos que están inscritos con los autores, o bien están inscritos con profesores que los evalúan en forma integral con la plataforma, o bien son “oyentes” registrados como “alumnos en recuperación SAI” con los autores.

En la Tabla 1 se muestran los índices de aprobación de los grupos que se evaluaron en forma tradicional, esto es, que fueron evaluados por sus profesores y no presentaron examen global, así como los que presentaron examen en línea en la plataforma Moodle (<http://galois.azc.uam.mx>). Los alumnos considerados en la categoría “plataforma” son aquellos cuyos profesores realizaron sus evaluaciones periódicas, llevaron sus registros de tareas y realización de actividades en forma integral en la plataforma. Se muestran los resultados desde el trimestre 11 Invierno, pues fue el primer trimestre en el cual todos los grupos de la cohorte fueron evaluados con el uso de la plataforma para la evaluación terminal (Examen Global). La Gráfica 1 muestra el diagrama de barras. Nótese que la diferencia entre el porcentaje de aprobación de los grupos que emplearon la plataforma para una evaluación integral menos el porcentaje de aprobación de los grupos que solamente usaron la evaluación terminal de la misma plataforma fue cambiando en el tiempo; desde el trimestre 13 O más profesores de grupos eligieron la plataforma para hacer su evaluación integral. Los registros de ese trimestre en adelante muestran una mejora en los grupos evaluados vía la plataforma.

| Trimestre | Tradicional | Plataforma | Alumnos atendidos con la plataforma |
|-----------|-------------|------------|-------------------------------------|
| 11I       | 64,2        | 65,3       | 213                                 |
| 11P       | 62,3        | 68,8       | 125                                 |
| 11O       | 65,6        | 45,4       | 304                                 |
| 12I       | 63,6        | 59,8       | 249                                 |
| 12P       | 43,8        | 53,8       | 184                                 |
| 12O       | 53,3        | 51,0       | 198                                 |
| 13I       | 60,7        | 49,3       | 148                                 |
| 13P       | 54,5        | 47,5       | 80                                  |
| 13O       | 55,8        | 42,9       | 156                                 |
| 14I       | 62,6        | 52,8       | 106                                 |
| 14P       | 66,5        | 67,1       | 82                                  |
| 14O       | 46,0        | 56,3       | 112                                 |
| 15I       | 62,3        | 53,1       | 32                                  |
| 15P       | 52,0        | 60,7       | 56                                  |
| 15O       | 54,0        | 70,7       | 58                                  |

Tabla 1. Índices de aprobación para la asignatura Complementos de Matemáticas

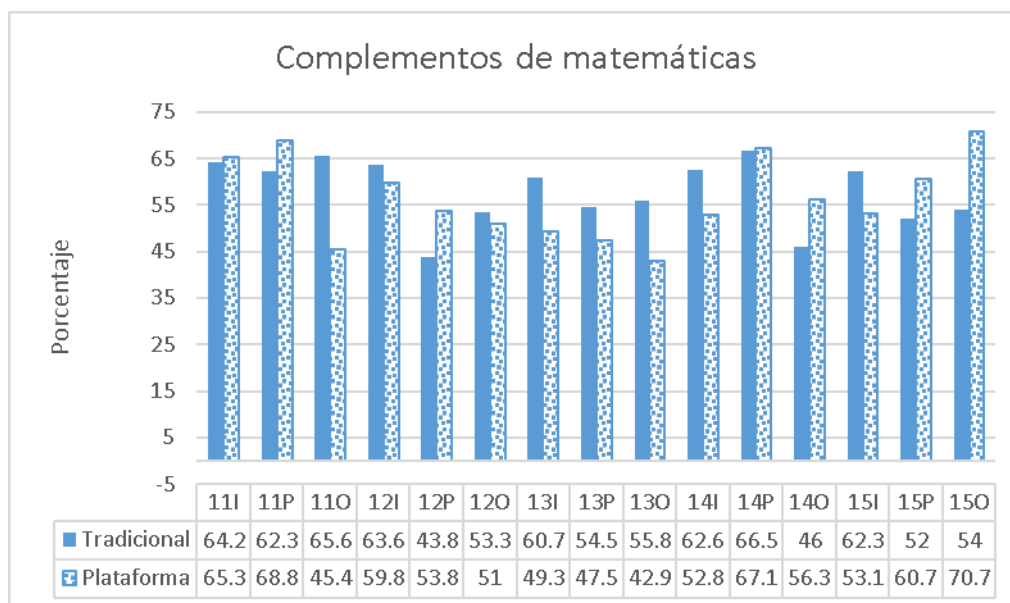


Figura 1. Gráfica de índices de aprovechamiento de la asignatura Complementos de Matemáticas

La asignatura “Introducción al Cálculo” empezó a impartirse en SAI con el uso de la plataforma en 2014. Se hizo un esfuerzo por ofrecer este curso en formato no presencial desde el año previo; varios académicos se opusieron terminantemente a esta posibilidad, argumentando que los alumnos necesitaban la presencia del profesor para aprender las nociones teóricas de Cálculo. Las autoridades prefirieron no entrar en conflicto con los profesores discordantes, aunque hay una tendencia internacional de las universidades para ofrecer estudios en línea, incluso laboratorios, como puede verse en Caminero (2016).

El curso ya se ofrecía en formato SAI, de manera que se pudo impartir otro grupo en ese sistema con el uso de la plataforma en el trimestre 13P. En la Tabla 2 se muestran los datos obtenidos de la asignatura “Introducción al Cálculo”; durante varios trimestres, el porcentaje de aprobación en cursos tradicionales fue más alto que el de los grupos atendidos con la plataforma; sin embargo, en los trimestres 15P y 15I hubo un cambio: durante el trimestre 15P el índice de aprobación el grupo SAI atendido con la plataforma tuvo un mejor desempeño que los grupos atendidos con el sistema tradicional. Durante el trimestre 15O el porcentaje de aprobación se mantuvo casi igual en ambos sistemas. En la figura 2 se muestra la gráfica de estos porcentajes.

| Trimestre | Tradicional | Plataforma | Alumnos atendidos con la plataforma |
|-----------|-------------|------------|-------------------------------------|
| 13P       | 46,6        | 56,7       | 30                                  |
| 13O       | 45,5        | 28,6       | 21                                  |
| 14I       | 57,5        | 48,4       | 31                                  |
| 14P       | 57,7        | 45,8       | 24                                  |
| 14O       | 47,5        | 19,4       | 31                                  |
| 15I       | 53,6        | 12,5       | 32                                  |
| 15P       | 52,4        | 63,6       | 11                                  |
| 15O       | 52,8        | 53,3       | 30                                  |

Tabla 2. Índices de aprobación para la asignatura Introducción al Cálculo

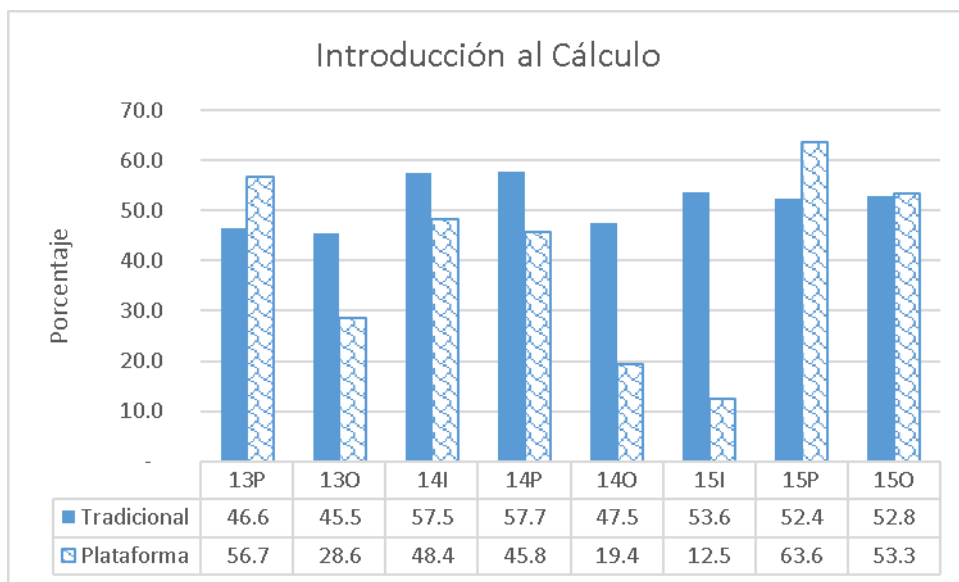


Figura 2. Gráfica de índices de aprovechamiento de la asignatura Introducción al Cálculo

El curso de “Matemáticas Discretas” está ubicado en la parte media de la carrera de Ingeniería en Computación. Los autores imparten este curso desde el trimestre 14I en formato SAI utilizando <http://galois.azc.uam.mx>. También se han tenido casos de alumnos en recuperación SAI.

| Trimestre | Tradicional | Plataforma | Alumnos atendidos con la plataforma |
|-----------|-------------|------------|-------------------------------------|
| 14I       | 36,4        | 48,6       | 37                                  |
| 14P       | 33,3        | 57,6       | 33                                  |
| 14O       | 30,4        | 46,7       | 7                                   |
| 15I       | 32,9        | 20,0       | 15                                  |
| 15P       | 28,3        | 42,9       | 21                                  |
| 15O       | 36,0        | 30,0       | 10                                  |

Tabla 3. Índices de aprobación para la asignatura Matemáticas Discretas

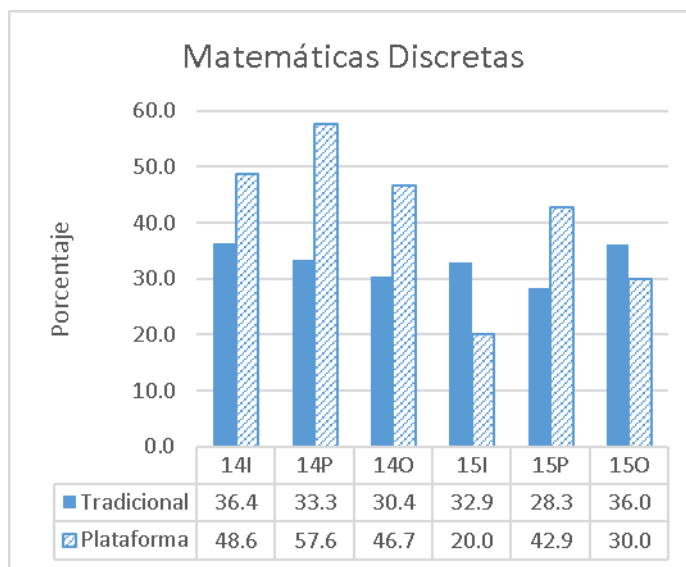


Figura 3. Gráfica de Índices de aprobación para la asignatura Matemáticas Discretas

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

Desde que se puso en marcha la evaluación en línea para cohortes de una asignatura obligatoria en la DCBI-A, se ha tenido oportunidad de extender su aplicación a más asignaturas, con resultados favorables en cuanto a la atención de alumnos regulares, así como alumnos que no lo son. Los índices de aprobación han venido mejorando con el paso de los trimestres. El uso de la plataforma Moodle en el servidor <http://galois.azc.uam.mx> permite que los alumnos consulten material, formulen preguntas, se autoevalúen y además que acrediten sus asignaturas, abordando su plan de estudios con buenas probabilidades de éxito.

### *Conclusiones*

Con los datos colectados, podemos concluir que el uso de la plataforma Moodle en <http://galois.azc.uam.mx> ha permitido atender a más alumnos con los mismos recursos con los que se atendía a cuatro grupos, alrededor de 180 alumnos al trimestre; los usuarios de la plataforma son más de 700 en cada trimestre.

### *Recomendaciones*

La UAM estará en desventaja con respecto a otras instituciones educativas debido a que no fomenta la creación de materiales digitales para los procesos de enseñanza – aprendizaje. El TIPPA tendría que ser modificado dentro del RIPPA, para incentivar a sus trabajadores académicos que muestran reticencia hacia el uso de TIC en la educación.

## Referencias

Universidad Autónoma Metropolitana, “Tabulador para Ingreso y Promoción del Personal Académico” (TIPPA). Página consultada por Internet el 2 de septiembre del 2016. Dirección de internet: <http://www.uam.mx/legislacion/tippa/index.html#14>

Universidad Autónoma Metropolitana. “Reglamento para Ingreso y Promoción del Personal Académico” (RIPPA). Página consultada por Internet el 2 de septiembre del 2016. Dirección de internet: <http://www.uam.mx/legislacion/rippa/index.html>

Universidad Autónoma Metropolitana, “Reglamento de Estudios Superiores” (RES). Consultada por Internet el 17 de abril de 2016. Dirección de internet: <http://www.uam.mx/legislacion/res/index.html#11/z>

División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Información para alumnos. Página consultada por Internet el 2 de septiembre del 2016. Dirección de internet: [http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/CNP\\_trimestre](http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/CNP_trimestre)

Costa-jussá, M., Cobo, G., Duran, J., García, D., Cortés, F. “Automatic test assessment web platform Design and implementation of an on-line automatic tool for the automatic test assessment of engineering subjects from the Universitat Oberta de Catalunya (UOC)”. IEEE Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education. FINTEI 2011, Session S1, Paper 167, Page 1.

Pulido, G., López, R., Martínez, A. “Acreditación en matemáticas en forma semipresencial para alumnos irregulares usando una plataforma LMS”. En Morales, E., Moranchel, M., Quiñónez, A., Ángeles, B., Coordinadoras. *Diálogos Las TIC en la Universidad*. 2015.

Caminero, A., Ros, S., Hernández, R., Robles-Gómez, A., Tobarra, L. and Tolbaños, P. “VirTual remoTe labORatories Management System (TUTORES): Using Cloud Computing to Acquire University Practical Skills”. IEEE Transactions On Learning Technologies, VOL. 9, NO. 2, April - June 2016

# CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS ACUÍCOLAS POSTCOSECHA PARA SU REINCORPORACIÓN EN PROCESOS PRODUCTIVOS

PUTZU-TORRES Anna Paola<sup>1</sup>, CORTEZ-PÉREZ Alejandra<sup>2</sup>, GONZÁLEZ-LARA Hugo<sup>3</sup>, GARCÍA-TREJO Juan Fernando<sup>4</sup>.

**RESUMEN.** La generación de residuos acuícolas ha ido en aumento a la par de acuicultura desde los 80's ya que ha tenido un crecimiento proporcional del 8% por año (FAO, 2011). La incorrecta disposición de estos residuos resulta en impactos negativos al ambiente, como la eutrofización en cuerpos de agua. Actualmente los sitios de producción demandan procesos más eficientes. Para su optimización se requiere de un balance de materia en los sistemas involucrados, por ello es de vital importancia conocer la composición de los residuos generados para su reducción. En el presente trabajo se caracterizaron tilapias (*Oreochromis Niloticus*) provenientes de un cultivo acuícola intensivo, por medio de un análisis químico proximal. Las fracciones que constituyen el principal desecho en la producción (hueso, vísceras y piel) presentan porcentajes desde 4.138±0.592 hasta 16.446±1.137 de grasas totales y desde 5.562±1.435 hasta 16.205±5.293 para proteínas totales, por lo que estos residuos poseen un alto potencial para ser reincorporados al proceso productivo.

**Palabras clave:** revolución azul, tratamiento de residuos, reciclaje de nutrientes, sustentabilidad.

## Introducción

La generación de residuos ha incrementado con el desarrollo del sector acuícola, que desde los años 80's reporta un crecimiento aproximado del 8% por año a nivel mundial. Se estima que para el 2030 se requerirán 40 millones de toneladas más de productos acuícolas para satisfacer la demanda actual, sin considerar su incremento. La única opción para mitigar esta futura demanda es medio cultivo intensivo principalmente bajo invernadero. En el 2013 la CONAPESCA reportó en México una producción total de 1,992,038 toneladas de las cuales 245,761 ton pertenecen a la acuicultura (14.07%). El incremento permanente de la producción mundial de tilapia, debido a su relativamente fácil manejo, evidencia su preferencia a nivel mundial. En México la tilapia es la especie dulceacuícola más cultivada, en el 2005 la CONAPESCA registró una producción de 67,993 Ton, la cual 3 años después se incrementó a 71,018 Ton (LEAP, 2010). Actualmente, se conocen por lo menos 60 especies diferentes de tilapia, 10 de las cuales son utilizadas para el consumo humano (Usgame-Zubieta, 2007).

El impacto ambiental generado, aunado a los altos costos energéticos, son algunas de las limitantes a las que se enfrenta la expansión de la acuicultura por ello se requieren de procesos productivos más eficientes, que involucran la optimización de recursos, así como un mínimo impacto al ambiente. Existen varias técnicas para transformar un sistema acuícola convencional en sustentable: aumentando la eficiencia energética, disminuyendo el volumen de agua utilizada y los niveles de descarga, implementando el reciclaje de nutrientes para la alimentación de las especies involucradas, generando subproductos que agreguen valor a la cadena productiva (SustainAqua, 2009).

Dentro de los bioprocesos involucrados en el reciclaje de desechos orgánicos se encuentra la biodigestión, que consiste en la degradación de materias orgánicas, con el fin de obtener productos de valor agregado. En la digestión anaerobia solamente un 10% de la energía en el sistema es utilizada por el consorcio microbiano para su crecimiento, el 90% restante se transforma en metano, bajo condiciones óptimas (FAO, 2011); además en el proceso se generan compostas que pueden ser aprovechadas en sistemas agrícolas.

<sup>1</sup> PUTZU-TORRES Anna Paola. Licenciada en Biotecnología, estudiante de la Maestría en Ingeniería de Biosistemas línea terminal acuícola. a.paola.putzu.t@gmail.com

<sup>2</sup> CORTEZ-PÉREZ Alejandra. Licenciada en Biotecnología, estudiante de la Maestría en Ingeniería de Biosistemas línea terminal acuícola. cortezperezalejandra@gmail.com

<sup>3</sup> GONZÁLEZ-LARA Hugo. Ingeniero Civil, estudiante de la Maestría en Ingeniería de Biosistemas línea terminal pecuaria. glarahugo@hotmail.com

<sup>4</sup> GARCÍA-TREJO Dr. Juan Fernando. Profesor investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Querétaro. Coordinador de la Maestría en Ingeniería de Biosistemas. fernando.garcia@uaq.mx

<sup>1-4</sup> Laboratorio De Bioingeniería, Facultad De Ingeniería Campus Amazcala, Universidad Autónoma De Querétaro, Amazcala, El Marqués, Querétaro, México



Actualmente los productores se enfrentan ante la problemática de producir sus propios alimentos, con el fin de reducir costos de producción, aunado a la ausencia de alimentos balanceados para peces en el mercado nacional (Silveira, 1993). Por lo que es necesario buscar alternativas sustentables con alto valor proteico. (Turchini, Torstensen, & Ng, 2009). Se ha propuesto el uso de la materia orgánica proveniente de la acuicultura con fines de alimentación en otros sistemas acuícolas como macroinvertebrados o algas (SustainAqua, 2009).

El objetivo del presente trabajo es caracterizar los residuos postcosecha provenientes de un cultivo acuícola de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para considerar su posible reincorporación en procesos productivos.

### Materiales y métodos

El material biológico fue obtenido de un cultivo intensivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la zona de Loma Linda en las inmediaciones de San Juan del Río, Querétaro, México.

Después de la cosecha en el sitio de producción, se retiró el filete de los peces para separar los residuos poscosecha (escamas, aletas, huesos, piel y vísceras), mismos que fueron pesados con una báscula electrónica KIN® GRP-30 de clase media III, y posteriormente colocados por separado en bolsas en una hielera para su transporte al laboratorio de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería, ubicado en el Campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro, donde fueron procesados.

El material fue secado inmediatamente después de que llegó al laboratorio a 100°C en un horno de convección forzada (modelo Memmert® UFP 600), con el fin de evitar su descomposición. Posteriormente fue molido y tamizado para las diferentes determinaciones. Se llevó a cabo un análisis químico proximal (AQP) en el que se obtuvo el porcentaje del contenido mineral (cenizas), carbohidratos totales, proteínas totales y grasas totales con respecto al peso fresco de la muestra. El contenido calórico fue obtenido a partir de la materia seca. Todos los análisis fueron realizados por triplicado.

El análisis de contenido mineral se realizó mediante la incineración de la muestra seca a 500°C en una mufla marca Felisa® (AOAC International, 1990). La fracción de carbohidratos totales fue evaluada con el método de antrona (Hedge, 1962). El contenido protéico se analizó mediante el método de *Kjeldahl* (modificado por HACH Company), el cual se divide en 2 pasos, el primero se llevó a cabo en un aparato de digestión Digesdahl® modelo Modelo 23130-21 marca HACH® de acuerdo al método descrito en el manual del equipo, la segunda parte de la determinación es colorimétrica, ésta se efectuó de acuerdo al método 8075 *Total Kjeldahl Nitrogen* (TKN) en un espectrofotómetro modelo DR6000 HACH®. El contenido total de grasa fue extraído mediante la técnica de microondas (Método EPA 3546) en un equipo marca Anton Paar Microwave Pro®, finalmente el contenido calórico se determinó por medio de un calorímetro isoperibólico modelo 6200 marca Parr®.

En la siguiente sección se reporta la media y desviación estándar de los datos analizados.

### Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados del AQP, como se puede observar las porciones correspondientes al mayor contenido de grasas totales son vísceras, huesos y piel, el porcentaje más alto de proteínas lo contiene la porción de piel, seguida de huesos y escamas, mientras que para carbohidratos los mayores valores reportados fueron en vísceras, aletas y escamas. En cuanto a contenido mineral los resultados más altos se presentan en escamas, aletas y hueso, y finalmente para calorías los mayores valores fueron encontrados en escamas, hueso y vísceras, respectivamente.

Tabla I. AQP de residuos postcosecha de tilapia (*Oreochromis niloticus*).

| Porción de Tilapia | % Cenizas | % Carbohidratos totales | % Grasas totales | % Proteína total | Contenido calórico (cal/g materia seca) |
|--------------------|-----------|-------------------------|------------------|------------------|---|
|--------------------|-----------|-------------------------|------------------|------------------|---|

|         |              |             |              |              |                   |
|---------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------------|
| ESCAMAS | 17.448±0.322 | 0.271±0.050 | 0.241±0.047  | 11.180±0.751 | 3620.058±602.489  |
| ALETA   | 12.308±0.032 | 0.353±0.035 | 1.408±0.249  | 10.356±0.330 | 1926.128±14.666   |
| PIEL    | 1.014±0.206  | 0.203±0.025 | 4.138±0.592  | 16.205±5.293 | 1987.947±336.226  |
| HUESO   | 7.113±0.965  | 0.254±0.012 | 8.640±0.262  | 13.884±0.595 | 3390.985±1847.698 |
| VÍSCERA | 2.515±0.393  | 0.836±0.067 | 16.446±1.137 | 5.562±1.435  | 2864.567±441.010  |

En 1991, Varnero realizó un análisis del potencial de conversión de algunas biomoléculas a metano, arrojando los siguientes datos: el mayor rendimiento está dado por las grasas con  $1.44 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{kg}$  Sólidos Totales (ST), seguido de las proteínas con  $0.49 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{kg}$  ST y por último, los hidratos de carbono con  $0.37 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{kg}$  ST. Lo que sugiere que las porciones presentes en la tilapia con un mayor contenido graso (vísceras, huesos y piel) y/o proteína (piel, huesos y escamas) son sustratos potenciales para ser procesados por medio de la biodigestión para la obtención de energía (metano).

En 1990, Varnero y Arellano evaluaron el rendimiento de la producción de biogás a partir de la biodigestión de diversos materiales vegetales y animales, sus resultados sugieren que el material vegetal es mejor para la producción de biogás con valores de hasta  $608 \text{ m}^3$  por tonelada de material (paja de habas) a diferencia de  $80 \text{ m}^3 \text{ Ton}^{-1}$  producidos en el material de origen animal (heces de ave), ambos fueron los datos más altos reportados. Cabe resaltar que dicho material vegetal tiene una proporción carbono:nitrógeno (C:N) de 29:1, en comparación con la del animal, 19:1. En el 2013, Korres y col. reportan que el carbono es utilizado de 25-30 veces más rápido que el nitrógeno por el consorcio microbiano involucrado en el proceso de biodigestión, lo que sugiere que la proporción C:N=25-30: 1, es la adecuada para la digestión anaerobia. Esto explica un mayor rendimiento en el material vegetal, no obstante con un balance adecuado C:N se podrían mejorar los rendimientos con materiales de origen animal, dándole oportunidad a los residuos acuícolas para ser procesados de esta forma.

Con respecto a la formulación de alimentos para especies acuícolas, es fundamental tomar en cuenta los requerimientos energéticos y nutrimentales de acuerdo a la especie. La relación entre concentraciones de proteínas en la dieta, así como la energía que aportan es muy importante en su nutrición. Es de suma importancia el balance en las fórmulas para maximizar el uso de proteína para su óptimo crecimiento y proveer cantidades suficientes de energía a partir de carbohidratos y lípidos (Winfree, 1981) (Shiau & Huang, 1990), por ello los elementos con un mayor aporte calórico (escamas, hueso y vísceras), protéico (piel, huesos y escamas) y graso (vísceras, huesos y piel) podrían ser incorporados como parte de los ingredientes en a la fórmulas de alimento considerando que las especies acuícolas son principalmente de engorda.

### Conclusiones

Los residuos acuícolas, por su fracción grasa principalmente, suponen un buen sustrato para la biodigestión siempre y cuando se realice un adecuado balance C:N debido a su alto contenido de nitrógeno total. El tratamiento de este tipo de residuos por este medio se traduce en un adecuado manejo y aprovechamiento de los recursos para la generación de energía que se podrá reincorporar en el proceso productivo, así como la reducción del volumen de residuos generados.

Con lo anterior se concluye que los materiales más susceptibles a ser reincorporados al proceso productivo por medio de biodigestión serían las vísceras, las cuales aportan el contenido más alto de grasas y carbohidratos; las escamas con los más altos valores en minerales y calorías, y los huesos que reportan el segundo valor más alto en grasa, proteína y calorías, además de constituir el mayor porcentaje de residuos postcosecha. En cuanto a la formulación de dietas se pueden considerar los mismos elementos incluyendo la piel, que posee el mayor contenido protéico, con el fin de crear un alimento balanceado nutrimentalmente.

### Agradecimiento

Al CONACYT que brindó los recursos necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación. Al equipo del laboratorio de Bioingeniería de la facultad de ingeniería, Campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro por sus aportaciones en el proyecto.

## Bibliografía

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO, A.C. UNIDAD MAZATLÁN EN ACUICULTURA Y MANEJO AMBIENTAL LABORATORIO DE ECONOMÍA ACUÍCOLA Y PROSPECTIVA (LEAP). (2010). *TILAPIA 2020: PROSPECTIVO DEL SISTEMA-PRODUCTO NACIONAL DE TILAPIA EN MÉXICO*. Comité Sistema Producto Tilapia de México, A. C. MAZATLÁN, SINALOA: Universidad Externado, Colombia.
- CONAPESCA. (2013). *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca*. Obtenido de CONAPESCA: <http://www.conapesca.gob.mx>
- A.O.A.C. (1990). *Official Methods of Analysis*. (A. o. Chemists, Ed.) USA.
- aquaculture, S. h.-A. (2009). *SustainAqua-Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture*. Recuperado el 29 de sep de 2016, de [sustainaqua.org](http://www.sustainaqua.org): [www.magrama.gob.es/app/jacumar/.../203\\_manual\\_acuicultura\\_sostenible.pdf](http://www.magrama.gob.es/app/jacumar/.../203_manual_acuicultura_sostenible.pdf)
- FAO. (2011). *fao.org*. (Ministerio de Energía, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimen. & Global Environment Facility, Edits.) Recuperado el Abril de 2015, de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Fenchel, T., King, G. M., & Blackburn, T. H. (1998). *Bacterial biogeochemistry: the ecophysiology of mineral cycling*. San Diego, California, USA: Academic Press.
- Gallert, C., Bauer, S., & Winter, J. (1998). Effect of ammonia on the anaerobic degradation of protein by a mesophilic and thermophilic biowaste population. *Appl Microbiol Biotechnol*, 50, 495±501.
- Hedge, J. a. (1962). *Carbohydrate Chemistry* (17 ed.). (J. Whistler R.L. and Be Miller, Ed.) New York: Academic Press.
- Korres, N., O'Kiely, P., Benzie, J., & West, J. (2013). *Bioenergy Production by Anaerobic Digestion: Using Agricultural Biomass and organic wastes*. Routledge.
- Schnürer, A., & Nordberg, A. (2008). Ammonia, a selective agent for methane production by syntrophic acetate oxidation at mesophilic temperature. *Water Science & Technology—WST*, 57.5, 735-740.
- Shiau, S. Y., & Huang, S. L. (1990). Influence of varying energy levels with two protein concentrations in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus*×*O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 91 (1-2), 143-152.
- Silveira, N. (1993). El estado actual de la alimentación y la nutrición en la acuicultura de brasil sur. *La Nutrición y la Alimentación en la Acuicultura de la América Latina y el Caribe*, (págs. 25-29). México.
- Turchini, G. M., Torstensen, B. E., & Ng, W. K. (2009). Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, 1 (1), 10–57.
- Usgame-Zubieta, D. G.-Z.-B. (2007). *Agenda productiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la cadena productiva de la tilapia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., Proyecto Transición de la Agricultura. , Bogotá, Colombia.
- Varnero, M. T. (1991). *Manual de Reciclaje Orgánico y Biogás*. Ministerio de Agricultura (FIA), Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile.
- Varnero, M. T., & Arellano, J. (1990). *Aprovechamiento racional de desechos orgánicos*. Ministerio de Agricultura (FIA) Informe Técnico. , Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales., Santiago, Chile.
- Winfrey, R. A. (1981). Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *J. Nutr.*, 111 (6), 1001–1012.

# ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN AULAS, PASILLOS Y ESCALERAS DEL EDIFICIO “A” EN EL ITSMACUSPANA, BASADO EN LA NORMA 025-STPS-2008

M.A. Margarita Quevedo Martínez<sup>1</sup>, M.A. Julio César Romellón Cerino<sup>2</sup>,  
M.A.S.C. Mariela del Carmen Rodríguez Salgado<sup>3</sup> M.PE. Beatriz García Jerónimo<sup>4</sup>

**Resumen—** La luz permite que las personas reciban gran parte de la iluminación que nos relaciona con el entorno exterior a través de la vista, por lo que el proceso de ver se convierte en algo fundamental para la actividad humana y queda unido a la necesidad de disponer de una buena iluminación.

Un diseño inadecuado del sistema de iluminación en los centros de trabajo puede causar efectos en la salud de las personas como son: la pérdida de agudeza visual, fatiga ocular deslumbramiento, rendimiento ocular y fatiga muscular al mantener posturas inapropiadas en el ángulo de la visión y como consecuencia de un esfuerzo en la percepción visual que exige la tarea. En el presente estudio se analizaran las condiciones de iluminación de las aulas del EDIFICIO “A” del Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, a fin de comprobar el cumplimiento de los niveles de iluminación con respecto a la NOM – 025 – STPS – 2008.

**Palabras clave –** Iluminación, niveles, percepción, esfuerzo, fatiga rendimiento.

## Introducción

Todos nos sentimos más confortables cuando realizamos nuestras tareas diarias en un ambiente adecuado. Para lograr esto, es necesario prestarle especial atención a la iluminación de nuestro centro laboral. La luz óptima se logra eligiendo artefactos adecuados a las tareas que se realicen en cada ambiente. La clave está por ende en la elección de la luminaria. Poder ver con equilibrio, sin demasiada o insuficiente luz ya que esto altera nuestra capacidad sensorial. Mantener una iluminación adecuada al tipo de trabajo aumenta la productividad hasta en un 20 por ciento y reduce las bajas laborales, según un estudio realizado por los científicos holandeses Wout van Bommel y Gerrit Van Den Belt.

El objetivo de una buena iluminación es brindar seguridad, confort o resaltar los elementos que componen un ambiente determinado. En el caso de las edificaciones del ITSM, particularmente en el EDIFICIO A, se ha detectado la necesidad de realizar un análisis lumínico para brindarles una mejor área de trabajo a los estudiantes y personal que se encuentre en las instalaciones, basado en la NOM-025-STPS-2008. Dicho análisis consiste en una visita de campo, la realización de un levantamiento lumínico de acuerdo a la metodología señalada en la NOM-025-STPS-2008.

La iluminación juega un papel fundamental en el desarrollo de las actuales actividades sociales, comerciales e industriales. La tecnología ha evolucionado a sistemas del alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales y a que su vez, son más eficientes energéticamente.

Las condiciones de iluminación en los centros de trabajo, tienen como objetivo primordial establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores (NOM – 025 – STPS – 2008).

## Descripción del Método

Para la realización del estudio se llevó a cabo la medición de la luz producida por las luminarias de aulas, pasillos y escaleras que conforman el edificio “A” del ITSM y se prosiguió con la verificación de los valores obtenidos con respecto a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008.

<sup>1</sup> M.A. Margarita Quevedo Martínez es Profesora de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, Tabasco, México. [Magiequevedo@gmail.com](mailto:Magiequevedo@gmail.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> M.A. Julio César Romellón Cerino es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Macuspana e Instituto Tecnológico de Villahermosa, Tabasco, México. [jromellon@gmail.com](mailto:jromellon@gmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Mariela del Carmen Rodríguez Salgado es Profesora de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, Tabasco, México. [mariela.riguez.salgado@gmail.com](mailto:mariela.riguez.salgado@gmail.com)

<sup>4</sup> M.PE. Beatriz García Jerónimo es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Villahermosa, [bettyj2407@hotmail.com](mailto:bettyj2407@hotmail.com)

Los valores obtenidos del monitoreo de las unidades académicas se registraron en tablas, cuyos valores de iluminación se expresaron en luxes, estos obtenidos con el luxómetro.

Finalmente se analizaron los valores de iluminación obtenidos para proponer un nuevo diseño de distribución, cantidad y potencias de luminarias.

Todas las mediciones realizadas se enfocaron específicamente en el Edificio “A”.

Para la medición de la intensidad de la luz producida por las luminarias del Edificio “A” del ITSM, se debe tomar en cuenta el diseño que abarca las necesidades de un aula en promedio, es decir de un aula de 8.20 m x 7.10 m aproximadamente, cuya distribución debe ser uniforme para verificar si se encuentran zonas oscuras, exceso de iluminación o deslumbramiento, por lo que se verificó la distribución de las luminarias que se encuentran instaladas actualmente en las aulas, pasillo y escaleras.

Se seleccionó un aula representativa del edificio “A” para hacer el monitoreo de iluminación, esto con el firme objetivo de que los resultados representaran significativamente la cantidad de luxes con que cuenta el diseño y distribución actual de iluminación, tomando en cuenta que las demás aulas del edificio son iguales en cuanto a diseño y distribución.

La medición de la iluminación se llevó a cabo de acuerdo al manual del alumbrado Westinghouse, donde indica que para el cálculo de la reflectancia se medirá con el luxómetro en cada pared colocando el sensor de luz hacia la pared a 15 cm de distancia y a la altura del pecho; posteriormente la siguiente medición de la misma forma pero ahora colocando el sensor de espaldas a la pared. En la figura 1 se puede observar los puntos en donde se llevaron a cabo las mediciones en cada pared, en el centro del aula y debajo de la luminaria. Para llevar a cabo de manera posterior el análisis comparativo de lo presentado en el aula con respecto a la norma se utilizan los parámetros indicados por la misma (Tabla 1).

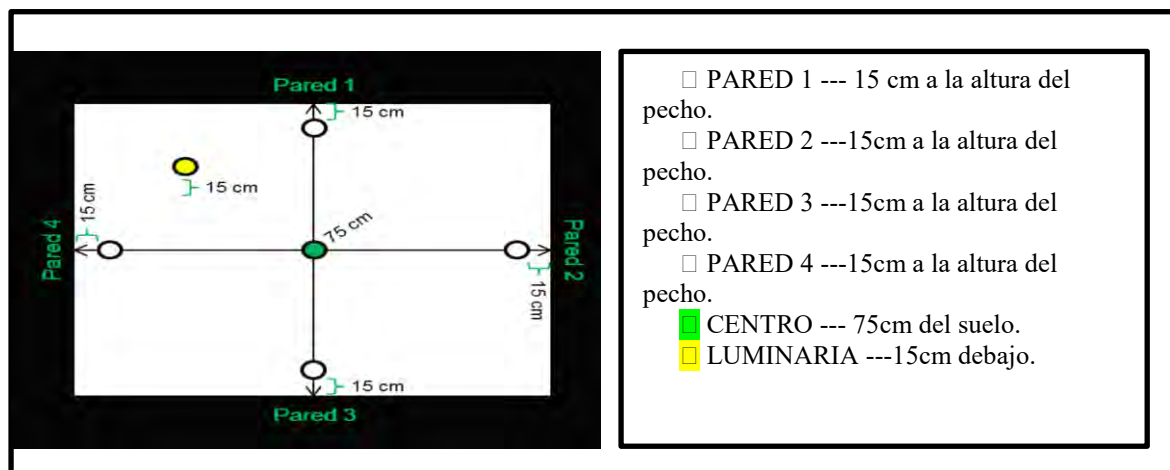
**Tabla 1. Niveles de iluminación establecidos por la NOM-025-STPS-2008.**

| TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO  | AREA DE TRABAJO  | NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUXES) |
|---|--|--|
| En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.  | Exteriores generales: patios y estacionamientos.   | 20                                     |
| De interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.  | Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia. | 50                                     |
| En interiores.  | Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.                                     | 100                                    |
| Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.   | Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.  | 200                                    |
| Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.   | Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.   | 300                                    |
| Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio. | Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.  | 500                                    |
| Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.                          | Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.  | 750                                    |
| Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.  | Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.   | 1000                                   |

|   |   |      |
|---|---|------|
| Alto grado de especialización en la distinción de detalles. | Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: • De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados. • Exactas y muy prolongadas, y •Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. | 2000 |
|---|---|------|

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008.

Figura 1.- Puntos en los que se llevó a cabo la medición



Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo el estudio realizado en el edificio “A” del ITSM se requirió material y equipo el cual se presenta en la tabla 2, siendo el caso de este monitoreo material y equipo accesible de obtener.

Tabla 2. Materiales y equipo utilizado en el monitoreo de iluminación de las aulas del Sector “A”

| CANTIDAD | MATERIAL              | ESPECIFICACIONES         |
|----------|-----------------------|--------------------------|
| 1        | Luxómetro             | Steren                   |
| 1        | Flexómetro            | 5 metros                 |
| 1        | Escalera              | Tipo tijera de aluminio  |
| 1        | Cámara digital        | Samsung                  |
| 1        | Lapicero              | Tinta negra              |
| 1        | Cuaderno de evidencia | Cuadrícula de 100 hojas. |

Fuente: Elaboración propia

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En los resultados iniciales del estudio a las aulas de acuerdo al diseño y distribución actual de la iluminación se obtuvieron los siguientes datos, presentándose únicamente los de las aulas tipo (Tabla 3)

Tabla 3.- Datos de acuerdo a diseño y distribución de las aulas representativas

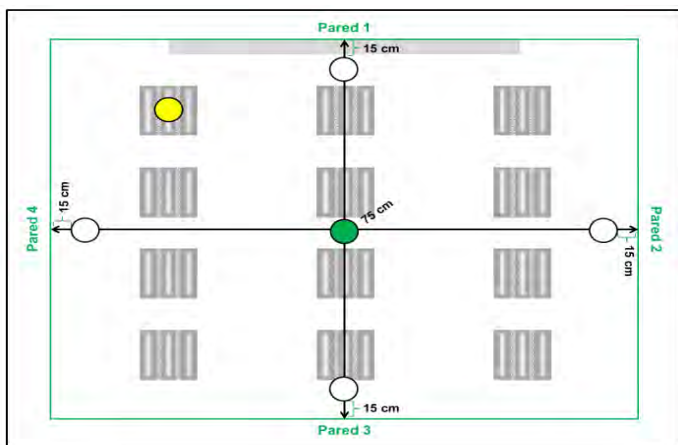
| Aula             | Cantidad de luminarias | Watts por lámpara  | Total de lámparas |
|------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| A4               | 12                     | 32 watts cada una  | 24                |
| A9               | 6                      | 32 watts cada una  | 12                |
| Escaleras        | 4                      | 120 watts cada uno | 4 espirales       |
| Pasillo superior | 9                      | 32 watts cada una  | 18                |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos anteriores se procedió a llevar a cabo un análisis comparativo obteniéndose los siguientes resultados En la figura 2 se muestra los puntos donde se realizaron las mediciones en el aula A4 del edificio “A”. En la pared 1, pared 2 pared 3, pared 4, se colocó la celda del luxómetro de cara a la pared a 15 cm de un punto medio y a la altura del pecho, luego de la misma forma y colocando la celda de cara hacia al lado contrario de la pared. La siguiente medición fue debajo de la luminaria donde se colocó la celda a 15cm de la pared y por último la medición del centro del aula a 75cm del suelo.

La medición a 75 cm del suelo es la que indica el nivel de iluminación que llega al plano de trabajo, es decir los pupitres, donde los alumnos realizan sus actividades de lectura y escritura, cuyo nivel de iluminación establecido por la NOM-025-STPS-2008 para aulas es de 300 luxes.

**Figura 2.- Puntos de las mediciones**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. Lecturas obtenidas en el aula A4 del edificio “A”**

| SIMBOLO | PUNTO     | MEDICION                    | LUXES |     |
|---------|-----------|-----------------------------|-------|-----|
|         |           |                             | A     | B   |
|         | PARED 1   | 15cm a la altura del pecho  | 111   | 177 |
|         | PARED 2   | 15 cm a la altura del pecho | 136   | 169 |
|         | PARED 3   | 15 cm a la altura del pecho | 143   | 189 |
|         | PARED 4   | 15 cm a la altura del pecho | 133   | 173 |
|         | CENTRO    | 75 cm del suelo             | 282   |     |
|         | LUMINARIA | 15 cm debajo                |       | 1   |

Fuente: Elaboración propia

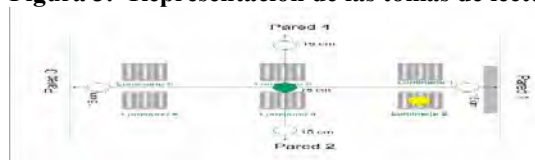
Los valores obtenidos de las mediciones en el aula representativa A4 se encuentran expresados en luxes en la tabla 4. De acuerdo a la tabla 1 de niveles de iluminación, podemos observar que el aula A4 no cumple con el valor establecido ya que la medición tomada con el luxómetro en el aula representativa indica que el nivel de iluminación que llega al plano de trabajo es de 282 luxes (Tabla 4, centro) y el valor establecido por la NOM-025-STPS-2008 para aulas es 300 luxes, comprobando que el nivel de iluminación se encuentra por debajo del valor establecido

Los niveles de iluminación de esta aula se acercan a lo establecido por la NOM-025-STPS-2008 aun así no deja de ser importante cumplir con lo requerido por la normatividad ya que las condiciones de iluminación pueden llegar a afectar el desempeño de los alumnos en la realización de las actividades que se realizan en el aula, desarrollando un ambiente incómodo y poco confortable en el desarrollo de habilidades.

En la figura 3 se muestra los puntos donde se realizaron las mediciones en el aula A9 del edificio “A”. En la pared 1, pared 2 pared 3, pared 4, se colocó la celda del luxómetro de cara a la pared a 15 cm de un punto medio y a la altura del pecho, luego de la misma forma y colocando la celda de cara hacia al lado contrario de la pared. La siguiente medición fue debajo de la luminaria donde se colocó la celda a 15cm de la pared y por último la medición del centro del aula a 75cm del suelo.


La medición a 75 cm del suelo es la que indica el nivel de iluminación que llega al plano de trabajo, es decir los pupitres, donde los alumnos realizan sus actividades de lectura y escritura, cuyo nivel de iluminación establecido por la NOM-025-STPS-2008 para aulas es de 300 luxes.

**Figura 3.- Representación de las tomas de lecturas**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. Lecturas obtenidas en el aula A9 del edificio “A”.**

| SIMBOLO   | PUNTO     | MEDICION                    | LUXES |     |
|---|-----------|-----------------------------|-------|-----|
|   |           |                             | A     | B   |
|  | PARED 1   | 15cm a la altura del pecho  | 125   | 194 |
|   | PARED 2   | 15 cm a la altura del pecho | 116   | 169 |
|   | PARED 3   | 15 cm a la altura del pecho | 94    | 123 |
|   | PARED 4   | 15 cm a la altura del pecho | 129   | 165 |
|   | CENTRO    | 75 cm del suelo             | 240   |     |
|   | LUMINARIA | 15 cm debajo                | 1     |     |

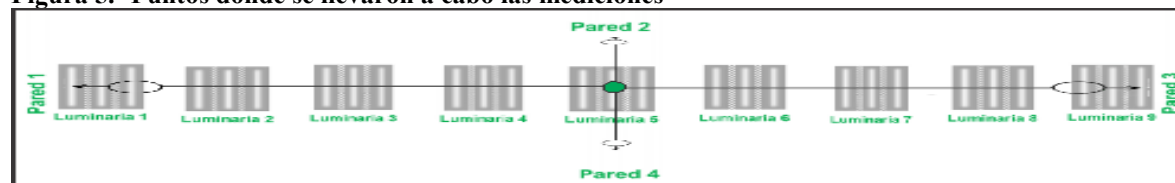
Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos de las mediciones en el aula A9 se encuentran expresados en luxes en la tabla 4. De acuerdo a la tabla 1 de niveles de iluminación, podemos observar que el aula A9 no cumple con el valor establecido ya que la medición tomada con el luxómetro en el aula indica que el nivel de iluminación que llega al plano de trabajo es de 240 luxes (Tabla 4, centro) y el valor establecido por la NOM-025-STPS-2008 para aulas es 300 luxes, comprobando que el nivel de iluminación se encuentra por debajo del valor establecido.

Las condiciones de iluminación en este edificio no son óptimas, lo que puede llegar a afectar el desempeño de los alumnos en la realización de las actividades que se realizan en el aula, desarrollando un ambiente incómodo y poco confortable en el desarrollo de habilidades, además de no cumplir con los niveles de iluminación que establece la normatividad.


En la figura 5 se muestra los puntos donde se realizaron las mediciones del pasillo superior del edificio “A”. En la pared 1, pared 2 pared 3, pared 4, se colocó la celda del luxómetro de cara a la pared a 15 cm de un punto medio y a la altura del pecho, luego de la misma forma y colocando la celda de cara hacia al lado contrario de la pared. La siguiente medición fue debajo de la luminaria donde se colocó la celda a 15cm de la pared y por último la medición del centro de las escaleras a 75cm del suelo.

**Figura 5.- Puntos donde se llevaron a cabo las mediciones**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5 .Lecturas obtenidas en el pasillo superior del edificio “A”.**

| SIMBOLO   | PUNTO     | MEDICION                    | LUXES |     |
|---|-----------|-----------------------------|-------|-----|
|   |           |                             | A     | B   |
|  | PARED 1   | 15cm a la altura del pecho  | 75    | 115 |
|   | PARED 2   | 15 cm a la altura del pecho | 70    | 94  |
|   | PARED 3   | 15 cm a la altura del pecho | 60    | 85  |
|   | PARED 4   | 15 cm a la altura del pecho | 59    | 78  |
|   | CENTRO    | 75 cm del suelo             | 88    |     |
|   | LUMINARIA | 15 cm debajo                | 1     |     |

Los valores obtenidos de las mediciones en el pasillo superior del edificio “A” se encuentran expresados en luxes en la tabla 5. De acuerdo a la tabla 1 de niveles de iluminación, podemos observar que el pasillo superior del edificio “A” no cumple con el valor establecido ya que la medición tomada con el luxómetro en el pasillo indica que el nivel de iluminación que llega al punto centro es de 88 luxes (tabla 5, centro) y el valor establecido por la NOM-025-STPS-2008 para pasillos de interiores es de 100 luxes, comprobando que el nivel de iluminación esta por de debajo de los establecido.

*Conclusiones*

En base a la evaluación de la iluminación y monitoreo realizados en el instituto tecnológico superior de Macuspana, podemos concluir que el nivel de luxes generados en las aulas del edificio “A” (División Académica), se encuentra por encima de los parámetros establecidos en la NOM-025-STPS-2008, que es de 300 LUXES, destacando que a simple vista se observa una buena iluminación, contando con una distribución de 12 luminarias con un total de 24 lámparas por aula. Con excepción del aula 8 y 9 que cuentan con 6 luminarias y 12 lámparas por aula. De igual manera en el pasillo superior del edificio “A”, se demostró que no cumple con los parámetros establecidos en la norma, así como



en las escaleras del edificio que de acuerdo a la norma debe tener un máximo de 100 LUXES, y actualmente se sobre pasan los parámetros.

Con las mediciones sin mica se pudo comprobar que el nivel de iluminación no aumentaba significativamente, por lo que esto no representaba una alternativa para mejorar la calidad de la misma. De igual manera se pudo constatar que al retirar las micas de las luminarias en algunos casos el nivel de iluminación disminuyó, con lo que se constata que las micas son de utilidad para distribuir con mayor eficiencia la iluminación en el área de trabajo.

Si no se tiene un buen sistema y distribución de la iluminación en las aulas del Sector “A”, los alumnos estarán en riesgo de adquirir algunos malestares que pueden terminar en enfermedades tales como dolor de cabeza, fatiga ocular, cataratas y daños a la piel, provocando además desmotivación, irritabilidad y estrés, haciendo que el alumnado no esté en un lugar confortable para el desarrollo de sus actividades dentro del aula. Igualmente en los pasillos y escaleras si no se cuenta con una iluminación necesaria se está propenso en determinadas horas del día a sufrir incidentes o accidentes por parte de los alumnos y el personal que labora en el edificio.

De llevarse a cabo la remodelación del sistema de iluminación con base en la propuesta que se presenta, además de ofrecer instalaciones confortables y cómodas para la realización de las actividades en las áreas de trabajo, la institución puede experimentar un cambio en la percepción del entorno tanto en estudiantes como en el personal.

### *Recomendaciones*

En virtud de los datos analizados al llevar a cabo el estudio de las condiciones de iluminación en aulas, pasillos y escaleras del edificio “A” en el ITSMACUSPANA, basado en la NOM-025-STPS-2008, se recomienda al Instituto Superior de Macuspana lo siguiente:

1. Utilizar la luz natural (ventanas) siempre que sea posible.
2. Limpiar las luminarias con regularidad.
3. Evitar el contacto directo de la vista con las fuentes de luz.
4. Mantener encendidas las lámparas solo cuando sea necesario.
5. Sensibilizar a los usuarios de las aulas del edificio “A” del mal aprovechamiento de la energía.
6. Utilizar un tipo de luminarias que se adecuen a la cantidad de luxes recomendada por la normatividad.
7. No dañar las instalaciones de las luminarias.

### **Referencias**

Andrade Salaverría Dora Patricia (2010). Evaluación ambiental y plan de manejo ambiental del programa de eficiencia energética coordinado por la secretaría de energía. México.

García Tejeda Omar (2011). Sistema Alternativo de Iluminación para Casa Habitación. Tesis de Ing. Ambiental, Instituto Tecnológico de Villahermosa.

Guasch Farrás Juan (1998). Riesgos generales de iluminación. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Gestión editorial Chantal Dufresne, BA.

Ibarra Carlon Armando (2008). Proyecto de ahorro de energía para el edificio Banamex Citigroup, dirección noroeste.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Ortega Orozco Nicté Franceli (2010). Condiciones de iluminación en escuelas primarias.

Pattini Andrea (2011). Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales.

Westinghouse, Manual del Alumbrado By Westinghouse Electric Corporation Lamp Division, Blommfield New Jersey U.S.A. DOSSAT, S, A.

# Análisis de riesgos para procedimientos de barrenación y voladura: estudio de caso

Jazmín Argelia Quiñonez Ibarra<sup>1</sup>, Carlos Alonso Arellano Tánori<sup>2</sup>, Rugiero Quiñonez Ibarra<sup>3</sup> Fausto Sandoval Velázquez<sup>4</sup>

## Resumen

Los riesgos de trabajo son inherentes a cualquier actividad económica sin embargo es necesarios trabajar en pro de la seguridad. El objetivo principal de este trabajo fue realizar un análisis de riesgo y cumplir con lo estipulado por la normatividad mexicana con la finalidad de identificar los posibles riesgos y así prevenirlos, mediante la capacitación y concientización de los trabajadores y partes involucradas. Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios debido a que se establecieron los pasos básicos para realizar las actividades ponderando factores como probabilidad, exposición y severidad y así determinar los peligros potenciales y las medidas de prevención pertinentes. Además se capacitó y concientizó al personal involucrado logrando incrementar su seguridad, habilidades y conocimientos necesarios para reducir riesgos de trabajo. Se recomendó dar seguimiento a la capacitación y mantenerla actualizada así como usar el equipo de protección personal adecuado.

**Palabras clave:** Riesgos, seguridad, minería, prevención, concientización

## Introducción

Día con día la rama minera lleva a cabo actividades de operación para la exploración, explotación y producción de minerales según sus fines de lucro, donde el recurso humano es clave para el logro de los objetivos estratégicos, es por ello que las empresas se enfocan en conservar a su personal capacitado, calificado y motivado. Este proyecto busca fortalecer en el individuo aquellas competencias claves para alcanzar un excelente desempeño, por tanto es necesario conocer las deficiencias en cuestiones de seguridad que pueden tener los empleados que laboran actualmente y fijar conceptos más claros sobre aspectos específicos de conocimiento, conducta, actitudes, habilidades, motivaciones y destrezas involucradas, en las funciones y tareas que realiza el individuo en su trabajo.

Los riesgos de trabajo están a la orden del día acechando a todos los trabajadores a cometer un mínimo error que pueda ser de consecuencias irreversibles o en el peor de los casos, fatales. Independientemente del costo económico que lleva un accidente para el patrón, seguridad social, servicios médicos, empresas aseguradoras y demás involucrados; el dolor humano, daños a la familia y a la sociedad son difíciles de cuantificar de modo que sea suficiente para subsanar, en la medida de lo posible, reparación de daños y consecuencias, razón por la que siempre debemos prevenir accidentes y evitarlos al máximo.

Debido a lo anterior, surge la necesidad de realizar un análisis de riesgos en una empresa minera, para conocer los posibles incidentes y accidentes a los que están expuestos los trabajadores como parte de sus labores diarias, con la finalidad de que ellos se sientan seguros y cuidados en sus actividades, sin dejar de lado que deben estar conscientes de los peligros que enfrentan como parte de sus actividades diarias para así eliminarlos o minimizarlos. Es importante hacer hincapié que las empresas en su gran mayoría cuentan con procedimientos de trabajo seguros, sin embargo muchos trabajadores como parte de su experiencia y confianza al realizar sus labores omiten los procedimientos y hasta en ocasiones no usan su equipo de protección personal o lo hacen de forma inadecuada. Por lo que enfatizamos en la concientización acerca de la seguridad industrial aspecto en el cual ellos son los primeros interesados y responsables al cuidarse a sí mismos realizando prácticas de trabajo seguras y cumplir

<sup>1</sup> Jazmín Argelia Quiñonez Ibarra es profesor de la Universidad de la Sierra en Moctezuma, Sonora, México. [argeliaq@hotmail.com](mailto:argeliaq@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Carlos Alonso Arellano Tánori es profesor de la Universidad de la Sierra en Moctezuma, Sonora, México. [caatmx@hotmail.com](mailto:caatmx@hotmail.com)

<sup>3</sup> Rugiero Quiñonez Ibarra es profesor de la Universidad de la Sierra en Moctezuma, Sonora, México. [rugiero2000@hotmail.com](mailto:rugiero2000@hotmail.com)

<sup>4</sup> Fausto Sandoval Velázquez es Ingeniero Industrial en Productividad y Calidad laborando en la industria minera. [sandoval9230@hotmail.com](mailto:sandoval9230@hotmail.com)

con la normatividad y procedimientos aplicables. Es importante destaca que los procedimientos de barrenación y voladura son riesgosos como parte de su naturaleza, sin embargo es necesario realizarlos.

### **OBJETIVO**

El objetivo primordial de este trabajo es realizar un análisis de riesgos en el área de barrenación y voladuras cumpliendo con las normas mexicanas: NOM 023 STPS 2012 Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo; NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo y NOM 005STPS 1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas; y por otra parte conocer e identificar los posibles riesgos que rodean al personal, los cuales serán difundidos por medio de pláticas constantes con duración de 5 minutos, además de capacitación y aplicación de test de conocimiento para mantenerlos a día.

### **PROCEDIMIENTO DE BARRENACIÓN**

La barrenación consiste en perforar una capa de material estéril por medios mecánicos o manuales, con el fin de realizar un barreno que será llenado de explosivos y fracturar la corteza terrestre. Para iniciar el procedimiento, debe estar trazada la plantilla de perforación sobre el suelo, colocando en cada punto la mona (roca en color rojo, que indica la ubicación del barreno). Se posiciona la máquina barrenadora sobre la mona e inicia la operación de barrenado. La profundidad del barreno debe ser de 10 metros y para ello se verifica empleando una sonda de profundidad,; al cumplir con la especificación, se procede a barrenar el siguiente punto hasta concluir el marcado de la plantilla.

### **PROCEDIMIENTO DE VOLADURA**

Lo que se conoce como voladura es la acción de fracturar la roca mediante el empleo de explosivos, mismos que son colocados en los barrenos de la plantilla. Este procedimiento inicia desde el momento en que se carga y transporta el explosivo al tajo, avisando por radio del transporte de explosivo al área donde se ha colocado la plantilla de barrenos, para ello se acordona el área e inicia la repartición de explosivos. Se empieza a cebar (unión de dos explosivos) cada barreno dependiendo de su ubicación. Una vez que estén cargados se coloca el detrito (material de taco para tronaduras) procurando no cortar el cable detonador. Se escanea cada cable para identificar que no existan fugas de corriente y poder conectarse a la caja de control de la detonación, misma en la que se descargan los tiempos de detonación para cada barreno y se arma la voladura. Una vez armada se da aviso al Supervisor de Seguridad para orientar la evacuación de los tajos y cancelar toda frecuencia de radio en mina. El mismo supervisor pasa la sirena de aviso de voladura e inicia la cuenta regresiva para detonar.

### **ANÁLISIS DE RIESGOS**

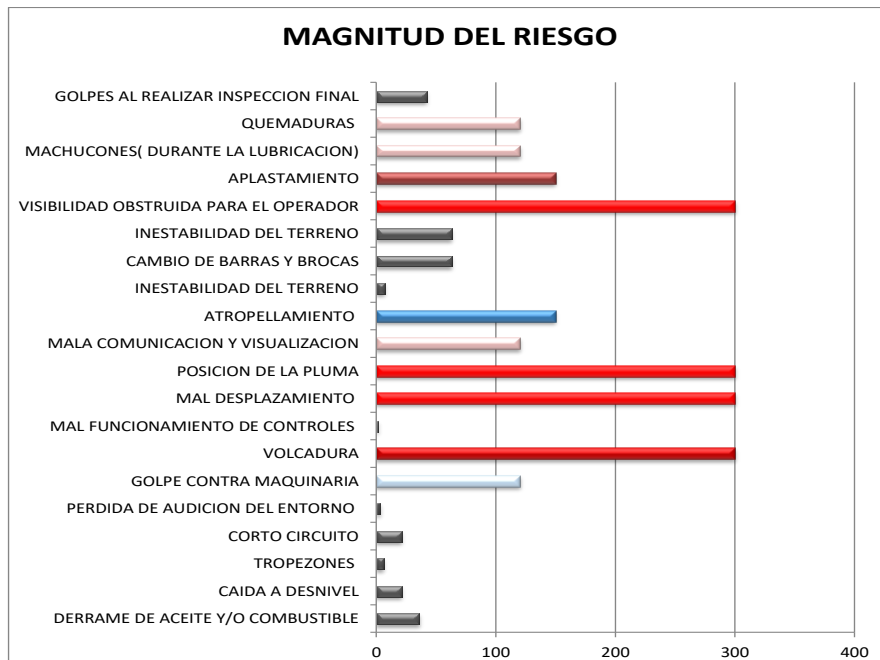
Para la evaluación del análisis de riesgos se formó un grupo multidisciplinario de las áreas de barrenación y voladura de la mina, integrado por operadores, ayudantes y supervisores de seguridad para identificar los riesgos, determinar su magnitud y poder aplicar las mejoras que sean necesarias. Como primer paso del procedimiento, se desarrolló un recorrido por toda el área con la intención de detectar aquellas operaciones que presentan mayor peligro. Además de considerar quiénes en realidad realizan trabajos en esa área, de modo que aquellos que no tengan actividad en la misma, se abstengan de asistir a la zona. La magnitud del riesgo se determinó en apego a la NOM 023 STPS 2012.

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos del análisis de riesgos, donde se evaluaron pasos básicos de capacitación, manejo y transporte de explosivos, así como el cargado de barrenos y el proceso de voladuras, obteniendo probabilidades que van desde 0.5 hasta 3 en algunos casos, esto significa que algunas de las actividades ocurren de forma remota ( 0.5 que excepcionalmente puede ocurrir una vez cada 10 años o más y 3 significa que puede ocurrir el riesgo ocasionalmente es decir, una vez al mes), registrando exposiciones de nivel 3 en su mayoría (significa que la exposición es media es decir ,una o dos veces por semana) y con severidades diversas de acuerdo a la actividad analizada. Lo anterior ayuda a identificar actividades con magnitudes de riesgo en el rango de 200 a 400 puntos, considerado como riesgos elevados, que requieren de atención inmediata y revisión de las condiciones de seguridad. Sin embargo, existe una actividad que está considerada como riesgo grave al superar los 400 puntos, la cual es barrenos quedados, esto significa que las cargas de explosivos no se activaron para lo que se recomienda supervisar bien al finalizar la voladura, acondicionar el área donde se encuentra el barreno e inyectarle agua para que

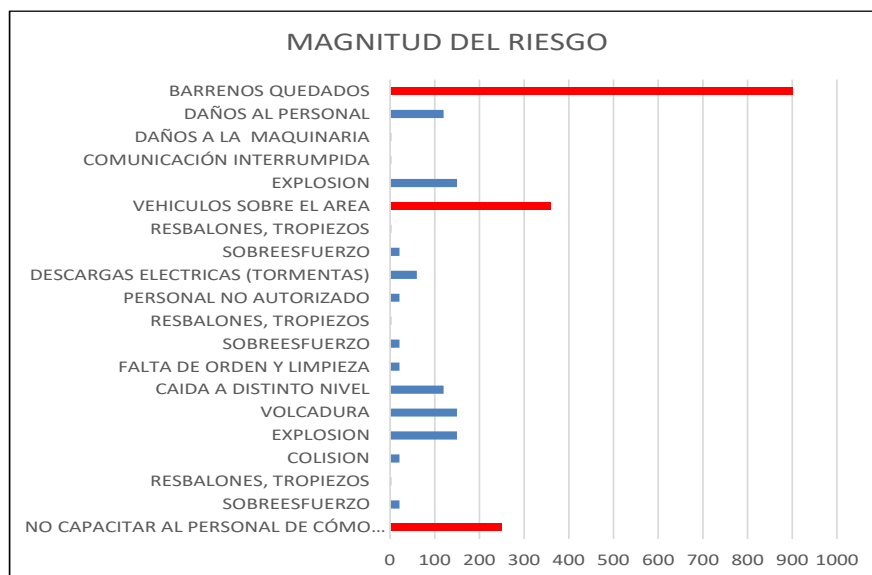
no se active. En las gráficas 1 y 2 se pueden apreciar la existencia clara de cuatro y tres riesgos, barrenación y voladuras respectivamente, potenciales a los cuales hay que poner el mayor de los cuidados, más aún si la disminución o eliminación de los mismos depende en gran medida de la capacitación o pericia del operador responsable de la actividad en cuestión.

Tabla 1.- Análisis de riesgos en los procesos de barrenación y voladuras.

| Pasos básicos                   | Riesgos potenciales              | Probabilidad (P) | Exposición (E) | Severidad (S) | Magnitud de riesgo |   |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------|---------------|--------------------|---|
|                                 |                                  |                  |                |               | MR                 | Acciones  |
| Capacitación                    | Falta de capacitación            | 0.5              | 6              | 100           | 300                | Capacitar al personal en el procedimiento de voladura, así como describirles los riesgos existentes en esta actividad                                   |
| Entrega/recepción de explosivos | Sobreesfuerzo                    | 1                | 3              | 7             | 21                 | Levantar el material con la posición adecuada de acuerdo al peso  |
|                                 | Resbalones, tropiezos            | 1                | 3              | 1             | 3                  | Realizar inspección visual del área de carga. No apresurarse al momento de cargar. Quitar obstáculos del camino.  |
| Traslados de explosivos         | Colisión                         | 1                | 3              | 7             | 21                 | El personal asignado deberá estar capacitado para el manejo y transporte de material explosivo.   |
|                                 | Explosión                        | 0.5              | 3              | 100           | 150                | Inspeccionar condiciones de caja. Evitar portar objetos que generen chispa. Separar explosivos de accesorios.   |
|                                 | Volcadura                        | 0.5              | 3              | 100           | 150                | Realizar con precaución el procedimiento de manejo a la defensiva. Supervisión y limpieza constante al camino.  |
| Descarga de explosivos          | Caída a distinto nivel           | 1                | 3              | 40            | 120                | Verificar condiciones del área de descarga antes de iniciar.  |
|                                 | Falta de orden y limpieza        | 1                | 3              | 7             | 21                 | Realizar inspección de plantilla. Retirar elementos innecesarios para la manipulación de explosivos y cargado de barrenos                               |
|                                 | Sobreesfuerzo                    | 1                | 3              | 7             | 21                 | Levantar el material con la posición adecuada de acuerdo al peso  |
|                                 | Resbalones, tropiezos            | 1                | 3              | 1             | 3                  | Realizar inspección visual del área de carga. No apresurarse al momento de cargar. Quitar obstáculos del camino.  |
|                                 | Personal no autorizado           | 1                | 3              | 7             | 21                 | Restringir el acceso para evitar entrada de personal no autorizado  |
| Cargado del barreno             | Descargas eléctricas (tormentas) | 0.5              | 3              | 40            | 60                 | En caso de descargas eléctricas no se debe realizar el amarre y posponer por ese momento, acordonando el área de la plantilla.                          |
|                                 | Sobreesfuerzo                    | 1                | 3              | 7             | 21                 | Levantar el material con la posición adecuada de acuerdo al peso  |
|                                 | Resbalones, tropiezos            | 1                | 3              | 1             | 3                  | Realizar inspección visual del área de carga. No apresurarse al momento de cargar. Quitar obstáculos del camino.  |
|                                 | Vehículos sobre el área          | 3                | 3              | 40            | 360                | Delimitar plantilla y restringir el acceso a vehículos. Solamente el polvorín tiene acceso al área de carga y descarga.                                 |
|                                 | Explosión                        | 0.5              | 3              | 100           | 150                | Evitar fricción o golpe de explosivos. Manipularlos con cuidado. Evitar uso de celulares u otros elementos que generen chispa o distraigan al personal. |
| Proceso de voladura             | Comunicación interrumpida        | 1                | 3              | 1             | 3                  | Revisar el funcionamiento de radio. Dejar la frecuencia libre cuando inicie el proceso de voladura.   |
|                                 | Daños a la maquinaria            | 1                | 3              | 1             | 3                  | Resguardar la maquinaria a una distancia de 250 metros  |
|                                 | Daños al personal                | 1                | 3              | 40            | 120                | Resguardar al personal a una distancia de 500 metros. Asegurar con las guardias que nadie ingrese hasta que el proceso de voladura se libere.           |
|                                 | Barrenos quedados                | 3                | 3              | 100           | 900                | Supervisar bien al finalizar la voladura. Acondicionar el área donde se encuentra el barreno, inyectarle agua para que no se active.                    |



Gráfica 1. Actividad y nivel de riesgo en el procedimiento de barrenación.



Gráfica 2. Actividad y nivel de riesgo en el procedimiento de voladuras

Gracias a la interacción con los supervisores, operadores y ayudantes se recopiló la información necesaria para realizar el análisis de riesgos, con el fin de dar a conocer los riesgos potenciales más frecuentes en la operación, de igual forma las medidas de prevención. Retomando los resultados de la tabla 1, el mismo grupo disciplinario propuso líneas de acción capaces de minimizar los niveles de riesgo obtenidos. Este análisis se presentó ante los supervisores quienes expresaron su punto de vista, reiterando la importancia del estudio y mostrando interés en buscar la forma de seguir avanzando en el tema de la seguridad. Así mismo se obtuvo la autorización para que se procediera a la difusión del análisis e implementación de las acciones trazadas, donde se reforzará la importancia de contar con un análisis de riesgos actualizado. Los resultados de dicho análisis se dan a conocer a los distintos operadores de las áreas involucradas haciendo hincapié en la importancia de realizar operaciones de forma correcta.

Con la difusión del análisis se determinó que los equipos y/o maquinaria de trabajo deberán contar con un análisis de riesgos en físico, con la intención de que se encuentre al alcance de los mismos operadores y sus ayudantes para consultarlo en caso de no recordar los procedimientos, riesgos y el cómo actuar en caso de encontrarse en una situación de peligro; éstos se colocaron en las máquinas rotarias, las hidros, polvorín, transporte de explosivo y se entregarán a los supervisores correspondientes.

Se recomienda utilizar de manera óptima la información, dar seguimiento a la misma y sobre todo tenerla actualizada, esto facilitaría el brindar una mejor capacitación sobre los procedimientos de trabajo, uso adecuado del equipo de protección personal, así como también la revisión de las áreas de trabajo para la prevención de nuevos riesgos. Es importante que la información se encuentre al alcance del personal, de manera clara y visible, que se esté actualizando y sustentando y se realicen los análisis de riesgos de las diferentes actividades.

### Referencias

Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM 005STPS 1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas

Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo

Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM 023 STPS 2012 Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo

# Índice de empleabilidad de los egresados de Ingeniería Industrial en los Institutos Tecnológicos Federales de Sonora (generación 2009 y 2010)

Dr. Felipe Quintero Olivas<sup>1</sup>, Ing. Francisca Rosario Arana Lugo<sup>2</sup>, Herman Fernando Castro Camargo<sup>3</sup>

**Resumen - Con el propósito de realizar un análisis comparativo entre los egresados de los Institutos Tecnológicos de Huatabampo (ITHUA), de Nogales y del I.T de Agua Prieta<sup>4</sup> se desarrolló la presente investigación; determinar el índice de empleabilidad de los egresados de la carrera de ingeniería industrial, en cada uno de los Institutos Tecnológicos Federales del estado de Sonora<sup>5</sup>. Las variables evaluadas fueron su trayectoria académica, motivación para buscar empleo, acceso y uso de tecnologías y redes sociales, competencias, valores y datos socio-económicos. Los resultados muestran un nivel relativamente alto de empleabilidad. Sin embargo; en las debilidades de sus competencias de los egresados en general, se puede encontrar con frecuencias tres aspectos claves: capacidad para escribir y hablar idiomas extranjeros, capacidad para presentar en público productos, ideas o informes y capacidad para utilizar herramientas informáticas. Mientras que las tres competencias en las que se sienten más fuerte son: Capacidad para trabajar en equipo, Capacidad para adaptarse al cambio, Capacidad para negociar de forma rápida.**  
**PALABRAS CLAVE: Índice de empleabilidad, competencias, sector laboral,**

## Antecedentes

### Empleabilidad.

El concepto de empleabilidad toma notabilidad en las últimas décadas, ya que intenta encontrar qué habilidades y destrezas, qué cualidades se requieren para encontrar un empleo y permanecer en él, por el tiempo programado en su contrato, qué perfiles profesionales y competencias se requieren en las organizaciones empresariales y qué tienen que hacer los programas de educación superior para insertar con éxito a sus graduados en el mercado laboral.

Según Campos Ríos (2003) el término empleabilidad nace de employability, y que a su vez se integra de las palabras employ que significa empleo y hability que significa habilidad, de tal forma que al integrar estas dos palabras se logra interpretar como habilidad para emplearse. De acuerdo con el mismo autor el término aparece en la década de los ochentas, al presentarse una crisis de trabajo, debido a un mínimo crecimiento de los puestos de trabajo y una excesiva oferta laboral. Sin embargo, Las primeras publicaciones que la utilizaron surgen en la década de los cincuenta, al hacer referencia a la preocupación sobre la inserción de personas desamparadas en el mercado de trabajo (minusválidos)

De acuerdo con Pablo Pérez (2005) el concepto llega a Europa en la década de los setenta al existir la preocupación por el alto índice de desempleo, y dejar en tela de juicio a las instituciones sobre la eficiencia para combatir el desempleo.

### Números Índices.

Los números índices tienen como objetivo realizar un análisis comparativo entre dos o más periodos o regiones según sea el caso, mostrando el comportamiento de la variable en los diferentes periodos. Un número índice es la razón del comportamiento de la variable en cuestión entre el estado de la variable en un periodo base (Rosenbaum y Highland, 1987 y Casado, 1975). Según Kasmier (2000) un número índice es un valor relativo expresado como porcentaje o cociente, que mide un periodo dado contra un periodo base. Para Spiegel Murray (1991) es una medida estadística

<sup>1</sup> M.C. Felipe Quintero Olivas. Catedrático del I. T. de Huatabampo en el área de Ingeniería Industrial y es tesista del doctorado en ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ingenierías.  
[Quinterofelipe69@hotmail.com](mailto:Quinterofelipe69@hotmail.com) (Autor)

<sup>2</sup> Ing. Francisca Rosario Arana Lugo Catedrática del I.T de Huatabampo en el área de ingeniería industrial.  
[franal@hotmail.com](mailto:franal@hotmail.com)

<sup>3</sup> Herman Fernando Castro Camargo. Catedrático del I.T de Huatabampo, en el área de ingeniería industrial.  
[Herman.castro87@gmail.com](mailto:Herman.castro87@gmail.com)

<sup>4</sup> El I.T de Hermosillo no se incluye en virtud de que no se encontró una persona interesada en el proyecto, y por ende la dificultad de encuestar a los egresados. En el caso de los I.T de Nogales y Agua Prieta se recibió el apoyo de personas interesadas de la institución, así como del sector empresarial, sin embargo; los encuestados no corresponden a la cohorte de la investigación.

<sup>5</sup> Se incluye solo a los I.T Federales que tienen la carrera de Ingeniería Industrial en el Estado de Sonora.

diseñada para encontrar cambios en una variable o en un grupo de variables, relacionadas con respecto al tiempo, situación geográfica, ingresos o cualquier otra característica. Según Richard Levin (1996) un número índice mide cuando cambia una variable con el tiempo.

Los números índices es normal observarlos al realizar comparaciones económicas (variaciones de precios). En este estudio se sientan las bases para utilizarlos como un indicador de variación en el nivel de competencias de los egresados.

En resumen, un número índice determina mediante variaciones, el comportamiento que una variable tiene en diferentes periodos.

### Definición del problema.

La problemática conduce a formular la pregunta clave de la investigación.

¿Cuál es el índice de empleabilidad de los egresados de los Institutos Tecnológicos Federales del estado de Sonora?, ¿Qué competencias son importantes para lograr su inserción en el mercado laboral? Y ¿Qué elementos facilitan una mayor empleabilidad?

### Objetivo General.

Determinar el índice de empleabilidad de los profesionistas egresados de la carrera de Ingeniería industrial formados en los Institutos Tecnológicos Federales del estado de Sonora (generación 2009-2010), la habilidad de inserción en el mercado laboral y los elementos que la facilitan, con el fin de mejorar las competencias laborales y dirigir con pertinencia los programas académicos de acuerdo a las condiciones que el mercado de trabajo requiere.

### Metodología empleada:

Para alcanzar los objetivos de la investigación se aplicó un cuestionario a los egresados de los IT de Huatabampo, Agua Prieta y Nogales, pertenecientes a las generaciones 2009 y 2010, es decir a los cohortes 2005-2009 y 2006-2010. La información principal sobre el número de los egresados, de la carrera de ingeniería industrial fue proporcionada por el departamento de servicios escolares. A la mayoría de los alumnos que integraron la muestra se les ubicó mediante redes sociales, información de familiares e información de sus mismos compañeros de estudio, proporcionando su nueva dirección y correo electrónico. Para los egresados de los I.T de Nogales y Agua Prieta mediante el apoyo de personas que se encuentran laborando en las ciudades correspondientes y el apoyo de docentes del I.T de Agua Prieta.

El reducido conocimiento sobre el nivel de inserción de los egresados como un proceso de transición entre el Instituto y el sector laboral, exige abordar un enfoque metodológico casi empírico. En este sentido se pueden describir ciertos parámetros que guían la elección del enfoque metodológico.

Considerando la investigación de determinar el índice de empleabilidad de los egresados de los Institutos tecnológicos federales del estado de Sonora como un indicador de pertinencia y calidad, área que no ha sido investigada regionalmente es conveniente seleccionar la metodología Ex post facto, con un enfoque descriptivo por encuesta. El análisis del índice de empleabilidad se realizó dentro del enfoque no experimental.

El índice de empleabilidad es determinado tomando en consideración la información proporcionada por el encuestado en cada uno de las ocho categorías (ver tabla I). La información proporcionada en cada una de las preguntas del cuestionario, es codificada con un valor cuantitativo (numérico), por lo que en cada categoría, se obtuvo la suma de cada reactivo, obteniendo un valor total en la puntuación. En cada una de las categorías se determinó un valor máximo posible de alcanzar el cual es el valor ideal para lograr un índice de empleabilidad (Ver tabla I). Al sumar cada una de las puntuaciones ideales para cada categoría se obtiene el valor total ideal (632 puntos), el cual se utiliza como referencia para determinar el índice de empleabilidad de cada graduado encuestado. De tal manera que el índice de empleabilidad es la razón del valor total obtenido en sus categorías, sobre el valor total ideal de las mismas categorías, multiplicado por cien (100) para convertir el valor índice en un valor porcentual.

$$\text{Indice empleabilidad} = \frac{\text{Valor total obtenido}}{\text{Valor ideal}} \times 100$$

|    | Categorías                           | Punto máx. | Valor % |
|----|--------------------------------------|------------|---------|
| I  | Evaluación de la carrera             | 131        | 20.9    |
| II | Experiencia laboral y trabajo actual | 84         | 13.3    |



|                        |   |            |            |
|------------------------|---|------------|------------|
| <b>III</b>             | Motivación para buscar trabajo                      | 21         | 3.3        |
| <b>IV</b>              | Acceso y uso de tecnología y redes sociales         | 27         | 4.2        |
| <b>V</b>               | Fortalezas para la inserción laboral (competencias) | 200        | 31.6       |
| <b>VI</b>              | Valores y actitudes                                 | 110        | 17.4       |
| <b>VII</b>             | Datos socio económicos                              | 19         | 3.0        |
| <b>VIII</b>            | Datos generales y antecedentes familiares.          | 40         | 6.3        |
| <b>Resultado total</b> |   | <b>632</b> | <b>100</b> |

**Tabla I.** Puntos máximos y valor porcentual ideal para cada categoría.

**Muestreo Estratificado.**

Se divide a la población en estratos (subpoblaciones) y se selecciona una muestra para cada estrato. Esto aumenta la precisión de la muestra e implica la utilización de diferentes tamaños de muestras en cada estrato, al reducir la varianza en cada unidad muestral.

En atención a la población y muestra obtenida, se determina la fracción para cada estrato que formará parte de la muestra.

$$fh = \frac{n}{N} =$$

**Instrumento**

Para el desarrollo de la investigación se diseñó un cuestionario tipo likert, opción múltiple y de jerarquización. Está conformado por ocho bloques o indicadores: Evaluación de la carrera, experiencia laboral y trabajo actual, motivación para buscar trabajo, acceso y uso de tecnología y redes sociales, valores y actitudes, datos generales y antecedentes familiares.

Se diseñó el cuestionario aprovechando la experiencia de cinco investigaciones que han dirigido su objetivo al análisis de egresados de educación superior o al análisis de la empleabilidad. Estos son la base al considerarse en gran medida con objetivos similares al presente estudio. Como son:

- 1.- El profesional flexible en la sociedad del conocimiento. Coordinado por José Ginés Mora Ruiz. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- 2.- Índice de empleabilidad en los jóvenes. Coordinado por el Dr. Javier Rodríguez Cuba. Universidad Católica de Perú, Chile.
- 3.- Seguimiento de egresados. ANUIES. México.
- 4.- La empleabilidad. Fundación Gaztelán. España.
- 5.- Índice de empleabilidad de los egresados del I.T. de Huatabampo del M.C. Felipe Quintero Olivas. Tesis Doctoral.

**Índice de empleabilidad ponderado.**

El índice de empleabilidad ponderado (IE<sub>p</sub>) es determinado mediante el método de Agregación ponderada (como medida de tendencia central), se obtiene asignándole a cada categoría un peso de ponderación (Ver tabla II), de acuerdo a su importancia (q<sub>o</sub>) para el logro del objetivo de la investigación. El procedimiento utilizado para obtener el Índice de Laspayres<sup>6</sup>, el cual se determina mediante la siguiente ecuación:

$$IEp = \frac{\sum_i^n w_i p_n}{\sum_i^n w_i p_o}$$

Donde

w<sub>i</sub>= Valor de peso para x<sub>i</sub> o categoría (i= I, II, III, IV, V, VI, VII, y VIII)

p<sub>n</sub>= Valor total obtenido en cada encuesta (dato i).

p<sub>o</sub>= Valor máximo ideal de cada categoría.

| <b>Código</b> | <b>Categoría</b>                            | <b>Peso</b> |
|---------------|---|-------------|
| <b>I</b>      | Evaluación de la carrera                    | 6.80        |
| <b>II</b>     | Experiencia laboral y trabajo actual        | 7.47        |
| <b>III</b>    | Motivación para buscar trabajo              | 9.47        |
| <b>IV</b>     | Acceso y uso de tecnología y redes sociales | 7.87        |

<sup>6</sup> El Índice de Laspayres también llamado método de año base, normalmente es utilizado para realizar comparaciones entre los costos o servicios de dos periodos. Existe otros procedimientos para determinar números índices como el método de Paasche y Fisher, sin embargo el método que se utiliza cumple con perspectivas aplicadas. Tomado del Libro de Murray R Spiegel (1991). Estadística. Mc. Graw Hill. Segunda edición.

|             |   |      |
|-------------|---|------|
| <b>V</b>    | Fortalezas para la inserción laboral (competencias) | 9.60 |
| <b>VI</b>   | Valores y actitudes                                 | 9.53 |
| <b>VII</b>  | Datos socio económicos                              | 6.47 |
| <b>VIII</b> | Datos generales y antecedentes familiares.          | 6.13 |

**Tabla II.-** Pesos de ponderación de cada categoría para obtener el índice de empleabilidad ponderado.

**Métodos de Ponderación.**

El objetivo principal de la ponderación es lograr precisión de los resultados, en virtud de que cuando se utilizan los promedios simples los resultados se encuentran sesgados por los resultados altos del cuestionario, tal es el caso de las categorías I, II, V y VI; que aportan una puntuación alta con respecto al resto de las categorías. Un segundo objetivo de la ponderación, es precisamente minimizar el sesgo que se da en la determinación del índice de empleabilidad simple (IES), buscando equilibrar las categorías otorgándole un peso en base a la importancia que cada categoría representa.

Existen varios métodos para determinar los pesos de ponderación de las categorías, sin embargo; el método que mejor se ajusta a los resultados de este estudio aprovechando las experiencias de profesionistas en el ramo son los llamados Proceso de Grupo Nominal y el método de ponderación por convenio<sup>7</sup>. En este proceso de ponderación se visitó a las academias del I.T. de Huatabampo y se entrevistó a varias personas de la administración y personas del sector productivo del área de recursos humanos que presentaran cierta experiencia en la contratación de personal. Se les explicó previamente el objetivo del estudio que se desarrolla para obtener el IES e IEP y se les entregó una lista con las categorías del cuestionario para que evaluaran cada una de ellas, de manera numérica de acuerdo a la escala de 1 a 10 tal como se observa en la siguiente tabla (ver tabla III) de tal manera que el valor de ponderación es el valor promedio de la evaluación atendiendo la asignación numérica que cada docente le otorga a cada categoría (Método de Agregación Ponderada)<sup>8</sup>.

| Resultados de los docentes en academias y entrevistas. |                                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |
|--|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| NUM  | CATEGORIAS                       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Ponder. |
| <b>I</b>   | Eval .la carrera                 | 7  | 5  | 4  | 7  | 5  | 6  | 4  | 7  | 8  | 10 | 9  | 8  | 4  | 10 | 8  | 6.80    |
| <b>II</b>  | Exp .laboral y trabajo actual    | 8  | 6  | 8  | 5  | 7  | 8  | 8  | 9  | 8  | 8  | 5  | 9  | 8  | 8  | 7  | 7.47    |
| <b>III</b>   | Motivación para buscar trabajo   | 10 | 10 | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9  | 10 | 7  | 8  | 10 | 9  | 10 | 9.47    |
| <b>IV</b>  | Acceso y uso de Tecnología       | 8  | 9  | 8  | 7  | 7  | 8  | 7  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 7.87    |
| <b>V</b>   | Fortalezas para la inserción lab | 10 | 9  | 10 | 9  | 10 | 10 | 9  | 9  | 10 | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 9.60    |
| <b>VI</b>  | Valores y actitudes              | 10 | 10 | 9  | 9  | 10 | 10 | 9  | 9  | 10 | 9  | 10 | 9  | 9  | 10 | 10 | 9.53    |

<sup>7</sup> J.L Palacios Gómez (2001). El concepto de calidad en los servicios y las encuestas de satisfacción de usuarios. Ambos métodos son utilizados como técnicas de ponderación e identificación de atributos. El Método de grupo nominal es ampliamente utilizado para priorizar ideas mediante el apoyo numérico de un grupos de personas y el método por convenio se asignan valores numéricos de acuerdo a la conveniencia de la institución o individuo, de tal manera que lo realiza con la experiencia de estudios anteriores.

<sup>8</sup> Murray R Spiegel (1991). Estadística. Editorial Mc. Graw Hill, Segunda edición. El Método de Agregación Ponderada utiliza un peso de ponderación determinado por el promedio de varios periodos, los cuales indican la importancia del componente en cuestión.

|             |                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
|-------------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| <b>VII</b>  | Datos socio económicos              | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6.47 |
| <b>VIII</b> | Datos generales y antecedentes fam. | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 7 | 7 | 6 | 9 | 7 | 5 | 6 | 8 | 5 | 6.13 |

**Tabla III.** Evaluación de categorías por expertos y grupos colegiados del I.T. de Huatabampo y sector empresarial.

**Análisis de Resultados.**

En la tabla IV se incluyen varios de los resultados de los cuestionarios que respondieron cada uno de los egresados de cada Instituto Tecnológico.

| Características  | EGRESADOS              |                        |                        |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|
|  | I.T de Agua Prieta     | I.T. de Nogales        | I.T de Huatabampo      |
| Índice de empleabilidad Simple (IEs)   | 0.7873                 | 0.7985                 | 0.7973                 |
| Índice de empleabilidad Ponderado (IEp)  | 0.7993                 | 0.8201                 | 0.8099                 |
| Satisfacción del egresado con respecto a la evaluación de la carrera                 | 70.70%                 | 79.15%                 | 75.15%                 |
| Porcentaje de alumnos que han iniciado otro grado académico.                         | 5%                     | 8%                     | 8%                     |
| Estabilidad de la situación actual(el porcentaje registrado cuentan con estabilidad) | 86%                    | 90%                    | 85%                    |
| Cuentan con teléfono fijo y vehículo motorizado                                      | 48%                    | 48%                    | 45%                    |
| Cuántas personas llevan el ingreso al hogar.   | 2 o 3                  | 2 o 3                  | 2 o 3                  |
| Ingreso total mensual  | 65% entre 9000 y 18000 | 65% entre 9000 y 18000 | 60% entre 9000 y 18000 |
| Realizó sus estudios con ayuda económica de sus padres                               | 90%                    | 91%                    | 90%                    |
| Porcentaje que vivió con sus padres durante sus estudios                             | 97%                    | 98%                    | 98%                    |
| Estado Civil actual  | 63% casado             | 65% casado             | 60% casado             |

**Tabla IV.** Resultados de los cuestionarios que se aplicaron a los egresados de los I.T de Agua Prieta, Nogales y Huatabampo.

**Conclusiones.**

¿En qué grado la institución contribuye en la formación profesional para el trabajo?

Para cada una de las instituciones los datos indican que su carrera profesional ha sido de gran ayuda y es causa de una sólida preparación de tal manera que su carrera es de gran importancia como instrumento importante en la obtención de los resultados actuales.

Según los resultados de las encuestas los egresados de todas las carreras presentan experiencia laboral antes de ingresar y durante su periodo de estudio de manera mínima, es decir, solo aquella que es generada por las experiencias académicas de visitas a industrial y residencias y/o prácticas profesionales.

Según las encuestas existe un interés elevado por desarrollarse profesionalmente y conseguir un mejor empleo que satisfaga las necesidades, pero por otro lado; poco interés en invertir en su actualización y capacitación para mejorar sus competencias laborales.

Los jóvenes graduados en los Institutos Tecnológicos cuentan con los medios necesarios para hacer contacto con sus áreas de oportunidad en el mercado laboral. De acuerdo a los resultados de las encuestas todos tienen un teléfono celular como medio de comunicación y ubicación.

En atención a las relaciones familiares que favorecen el acceso al empleo la totalidad en cada una de las instituciones manifiesta tener como mínimo 2 familiares que sirven de contacto, en virtud de tener la experiencia laboral afín al perfil del graduado y que ha sido un instrumento de colocación, y solo el 10% de los familiares o amigos son dueños de un negocio con características de microempresas.

¿Qué opinan los egresados sobre las condiciones del proceso de inserción en cuanto a sus debilidades y fortalezas?

Los egresados en las instituciones, considera que existen competencias en las cuales están débiles, señalando con mayor frecuencia las competencias siguientes:

**I.T de Huatabampo**

1. Capacidad para escribir y hablar en idiomas extranjeros.
2. Predisposición para cuestionar ideas propias o ajenas.
3. Capacidad para utilizar herramientas informáticas.

**I.T de Agua Prieta.**

1. Conocimientos de otras áreas o disciplinas.
2. Pensamiento analítico.
3. Capacidad para adaptarse al cambio (flexibilidad).

**I.T de Nogales.**

1. Conocimientos de otras áreas o disciplinas.
2. Capacidad para adaptarse al cambio (flexibilidad).
3. Predisposición para cuestionar ideas propias o ajenas.

De la misma forma considera como competencias fuertes las siguientes:

**I.T de Huatabampo**

1. Capacidad para negociar en forma rápida
2. Capacidad para trabajar en equipo.
3. Capacidad para presentar en público productos, ideas e informes.

**I.T. de Agua Prieta**

1. Capacidad para encontrar nuevas ideas y soluciones
2. Capacidad para adquirir nuevos conocimientos
3. Capacidad para coordinar actividades.

**I.T de Nogales**

1. Capacidad para negociar en forma rápida
2. Capacidad para trabajar en equipo.
3. Capacidad para adquirir nuevos conocimientos

¿Qué experiencias previas son adquiridas con relación a sus estudios que aumente su empleabilidad? Son de gran importancia para su formación profesional las prácticas desarrolladas en los laboratorios, las visitas a industrias regionales y los eventos académicos donde participan los estudiantes no solo como participantes de un curso o conferencia, sino en la misma organización de eventos. Con respecto a si la familia podría ser un factor que disminuya su nivel de empleabilidad, no lo consideran así los jóvenes profesionistas en las cada una de los institutos, en virtud de que la totalidad tiene la necesidad apremiante de conseguir un trabajo decoroso.

**Recomendaciones.**

¿Qué estrategias instrumentar para mejorar la empleabilidad desde la institución de educación al espacio de trabajo?

- Mayor comunicación con las instituciones productivas regionales en cada uno de los Institutos Tecnológicos con el fin de mejorar la vinculación que conlleve a la perfección de los planes y programas de estudio y por ende tener pertinencia con los mismos.
- Firmas de convenios con organizaciones del mercado laboral para lograr desarrollo de prácticas, estancias, intercambio de conocimientos y servicios de laboratorios y talleres lo que posibilitaría ir a la par con el desarrollo empresarial y en su caso coadyuvar como factor de cambio de los procesos productivos.
- Lograr intercambios con otras instituciones educativas nacionales y extranjeras con el fin de mejorar las competencias laborales de los egresados.
- Desarrollar espacios donde el estudiante mejore sus competencias de comunicación en público y en otros idiomas extranjeros como prioridad el inglés.

- Apoyar la aplicación de este estudio donde se determine el índice de empleabilidad de los egresados para nuevos cohortes con fin de realizar un análisis comparativo entre los diferentes periodos y carreras entre estas instituciones. Sin embargo, es vital tomar este estudio como un instrumento que se puede mejorar aprovechando las experiencias que se generan con este estudio.

La vinculación es un mecanismo útil que coadyuva el mejoramiento de los procesos ya que promueve la interacción entre el área docente y la empresa; así como, el estudiante y los procesos de trabajo en el medio donde desarrollará y aplicará los conocimientos que en las aulas y laboratorios se desarrollan. En el caso particular de la interacción docente este tendrá una percepción más nítida de las condiciones y ambiente del sector empresarial y el rumbo de las directrices que toma la profesión. Por lo que se recomienda poner en práctica el sistema institucional de vinculación (SIV) o el modelo propuesto por Etzkowitz (2000) conocido como el modelo de la “triple hélice” estos con el fin de generar transferencia de tecnología en los sectores involucrados (Institución educativa, gobierno y sector empresarial).

Investigaciones futuras.

- Desarrollar un análisis comparativo con otras cohortes futuros entre las mismas instituciones.
- Análisis comparativo entre instituciones de otros sistemas educativos del mismo nivel.
- Nuevos planes y programas institucionales atendiendo la cobertura y pertinencia.
- Programas de capacitación para el profesorado.
- Dinámicas de vinculación de la institución con los gobiernos y sector empresarial.
- Nivel de satisfacción del egresado en cada institución educativa.
- Necesidades de transferencia de tecnologías.

## Referencias Bibliográficas.

Angulo Pico, Grace Margarita, Quejada Pérez, Raúl, & Yáñez Contreras, Martha. (2012). Conferencia Mundial sobre educación superior de la UNESCO.

Educación, mercado de trabajo y satisfacción laboral: el problema de las teorías del capital humano y señalización de mercado. *Revista de la educación superior*, 41(163), 51-66. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602012000300002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602012000300002&lng=es&tlng=es). Recuperado en 15 de octubre de 2015.

CAMPOS RIOS, Guillermo (2003). Implicancias económicas del concepto de empleabilidad. *Revista de la Facultad de Economía-BUAP*. Año VIII Núm. 23

De Grip, Andries, Jasper van Loo y Jos Sanders (1999). *Employability in action: an industry employability index*. Skope Research paper N° 5

Formichella M, London S (2005). Reflexiones acerca de la noción de la empleabilidad. UNS-CONICET.

Gamboa, J.P., Gracia F. J. y Peiró J. M. (2009). *Employability and Personal Initiative as Antecedents of Job Satisfaction*. *The Spanish Journal of Psychology*, v.12, N.2, pp. 632-640. Valencia.

Ginés- Mora J. La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Calidad y Acreditación Universitaria*. Núm. 35. Mayo-agosto (2004).

Gamboa, Gracia, Ripoll y Peiró (2009), *Employability and Personal Initiative as Antecedents of Job Satisfaction*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17213008022>. Consultado el 24 de septiembre de 2014.

Grip, Andries de; Loo, Jasper van; Sanders, Jos (2004). El índice de empleabilidad sectorial, la oferta y la demanda de trabajo. *Revista internacional del trabajo*. Vol. 123 (2004), Num. 3.

Harvey, Lee (1999). *Employability: developing the relationship between higher education and employment*. Scarman House, Warwick University, 28 October, 1999. Ponencia presentada en el quinto seminario de Quality in Higher Education organizado por el Center for Research into Quality, University of Central England in Birgminham.

Rodríguez Cuba J(2009). Índice de empleabilidad de los jóvenes. Centro de investigaciones sociológicas, económicas, políticas y antropológicas. Universidad católica de Perú. ISSN. 1885-9135.

## Estilos cognitivos de los estudiantes de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática, Mazatlán

Lucio Gpe. Quirino Rodríguez<sup>1</sup>, Alan Josué Barraza Osuna<sup>2</sup>, Ana María Delgado Burgueño<sup>3</sup>, Rogelio Estrada Lizárraga<sup>4</sup>, Mirna Zulema Oleta Luna<sup>5</sup>

**Resumen-** La investigación se inscribe en el estudio de los enfoques cognitivos del aprendizaje realizándose un análisis descriptivo sobre los diferentes estilos cognitivos dentro de la literatura de la psicología del aprendizaje. Consideramos que son elementos importantes para facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje, es en primer instancia ayudar al aprendiz a reconocer su propio estilo cognitivo, y sirva de apoyo a los profesores en el proceso de enseñanza en el área de la Licenciatura de la informática. Por lo tanto, podemos decir el objetivo principal de la investigación es el identificar los estilos cognitivos de los alumnos que estudian en la facultad de informática, Mazatlán, en las fases de tronco común, técnica y administrativa. En la realización de la investigación se aplicó el cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Cognitivos llamado CHAEA.

**Palabras claves-** Educación, Estilos de Aprendizaje, rendimiento académico.

### Introducción

Podemos decir que tanto niños como adultos, aprendemos de forma distinta, resulta evidente. No tenemos más que analizar cómo cada uno preferimos un ambiente, método, situación, tipo de ejercicio, y grado de estructura. En definitiva la experiencia nos dice que tenemos diferentes estilos cognitivos.

Consideramos que este tema es un tema de actualidad en el que deben estar inmiscuidos todos los niveles educativos. Un tema importante en un mundo, en el que aprender a aprender va a convertirse en una de las capacidades de supervivencia social.

A nivel macro podemos decir, sobre la crisis mundial, que actualmente se está dando en todos los niveles educativos, desde pre-escolar, hasta los niveles más altos de la educación, y en todas las áreas del conocimiento.

Esta investigación está centrada básicamente en conocer los estilos cognitivos que emplean los alumnos de la escuela de Informática Mazatlán de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para que sirvan de apoyo a los profesores en el proceso de Enseñanza - Aprendizaje. Ya que el problema es la preparación adecuada de nuestros jóvenes para la vida laboral en el área de Informática, esta área cada vez más cambiante, que exige una constante actualización del conocimiento.

Sabemos que existen modalidades y peculiaridades personales para aprender, pero ¿Qué estilos cognitivo emplean los alumnos de informática durante su formación profesional?, ¿Considera el profesor el estilo cognitivo particular del alumno de la escuela de informática para llevar a cabo la enseñanza?, ¿Qué estilos cognitivo emplean los alumnos de informática en la fase técnica, administrativa y el tronco común de la licenciatura de Informática?, son algunas de las preguntas que resolveremos en esta investigación.

En la Universidad Autónoma de Sinaloa como en muchas otras escuelas no se cuenta con un estudio realizado sobre los estilos cognitivos de los alumnos de la facultad de Informática, el conocer los estilos cognitivos que emplean los alumnos servirá de apoyo a los profesores en el proceso de enseñanza para modificar su práctica docente.

La carrera de Licenciatura en Informática demanda una adecuada planeación en las estrategias de enseñanza – aprendizaje, ya que al igual que el ingeniero los alumnos deben ser capaces de desarrollar destrezas de razonamiento, análisis, soluciones de problemas, etc., y crear programas así como un ingeniero crea o construye una casa.

A pesar que los alumnos aprueban los cursos de su formación profesional han manifestado de manera informal que estos son complejos, de mucho contenido y que les demanda mucho tiempo para comprender, integrar y aplicar el conocimiento, por tal razón debemos proveer experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes memorizar, interactuar, demostrar, practicar, preguntar, reflexionar, etc. Un elemento importante para facilitar el

<sup>1</sup> El Dr. **Lucio Gpe. Quirino Rodríguez** profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa, facultad de Informática, Correo [lucioquirino@gmail.com](mailto:lucioquirino@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. **Alan Josué Barraza Osuna** profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Correo [barraza.72@gmail.com](mailto:barraza.72@gmail.com)

<sup>3</sup> La MC. **Ana María Delgado Burgueño**, es Licenciada en Informática y actualmente estudia el doctorado en Educación en la UAS, es colaboradora del Cuerpo académico de Informática Educativa de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo [anadelgado@uas.edu.mx](mailto:anadelgado@uas.edu.mx)

<sup>4</sup> El MC. **Rogelio Estrada Lizárraga** es Licenciada en Informática y actualmente estudia el doctorado en Educación en la Universidad de Granada, España. Correo: [restrada@maz.uasnet.mx](mailto:restrada@maz.uasnet.mx)

<sup>5</sup> La MC. **Mirna Zulema Oleta**, es profesora Investigadora de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo [mirna\\_oleta@live.com.mx](mailto:mirna_oleta@live.com.mx)

proceso de enseñanza – aprendizaje es en primer instancia ayudar al aprendiz a reconocer su estilo cognitivo, para que sirvan de apoyo a los profesores en el proceso de enseñanza en el área de Informática.

### Descripción del Método

Los datos a recabar para esta investigación serán tomados de la escuela de Informática Mazatlán - UAS, de los alumnos de la primera generación 2004 hasta la del 2012 en ambos turnos (Matutino y vespertino).

Actualmente se tiene una población de 246 alumnos en ambos turnos

Características de la población (Muestreo)

Estudiantes de nivel: Profesional

Edad: 18 – 22

Sexo: Masculino y Femenino

Nivel escolar: Licenciatura

Nivel socioeconómico: Alto, medio y Bajo

Existen 22 docentes activos actualmente con niveles académicos de Licenciatura, Maestría y Doctorado a considerar en el desarrollo de este proyecto.

Esta investigación se inscribe en el estudio de los enfoques cognitivos del aprendizaje. Acepta la línea de aprendizaje de Kolb, Juch, Honery y Humford y se utilizará el cuestionario CHAEA elaborado por HONEY – ALONSO, cuestionario que fue sometido por Alonso 1997 a los requerimientos de fiabilidad y validez. En el tabla 1, se presenta un análisis descriptivo de frecuencia a los alumnos que se les aplicó el cuestionario CHAEA. Cuestionario aplicado a 68 estudiantes que cursaban el tronco común de la carrera, a la fase administrativa fueron aplicados a 65 estudiantes y a la fase técnica a 73 estudiantes.

Statistics

| fase |  | N   | Valid | Missing |
|------|--|-----|-------|---------|
|      |  | 206 | 206   | 0       |

|       | TC   | Administración | Técnica | Total |
|-------|------|----------------|---------|-------|
| Valid | 68   | 65             | 73      | 206   |
|       | 33.0 | 31.6           | 35.4    | 100.0 |
|       | 33.0 | 64.6           | 100.0   |       |
|       |      |                |         |       |

Plan "viejo"

|       | TC    | Administración | Técnica | Total |
|-------|-------|----------------|---------|-------|
| Valid | 39    |                |         | 39    |
|       | 100.0 |                |         | 100.0 |

Tabla 3. Alumnos que se les aplicó el CHAEA

### Comentarios Finales

Resumen de resultados

#### ➤ Estilo reflexivo

En la Figura tabla No1.se indica que el 32% de la población estudiantil del tronco común (TC), tiene preferencia moderada en este estilo, es decir que el estudiantado tiene un estilo Reflexivo. Así mismo, el 46% de los estudiantes de la fase Administrativa tienen preferencia Baja a este estilo. Y La fase técnica tiene un 44% de preferencia Baja.

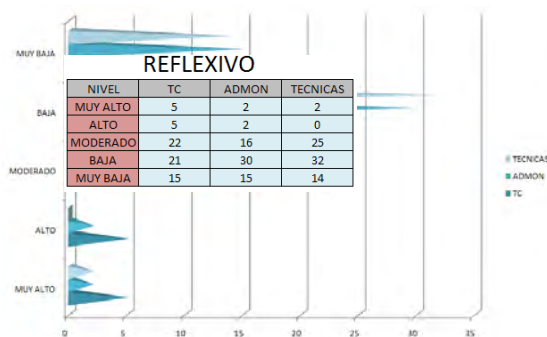


Figura No. 1 Estilo reflexivo de los alumnos de Informática

#### ➤ Estilo Pragmático

Con respecto al estilo pragmático, se observó el 50% de la población estudiantil del tronco común (TC), tiene preferencia alta en este estilo. Así mismo, el 35% de los estudiantes de la fase Administrativa tienen preferencia Alta a este estilo. Y La fase técnica tiene un 37% de preferencia Moderada para este estilo, lo cual significa que el estilo pragmático, es utilizado pero no de forma constante. (Ver figura 2)

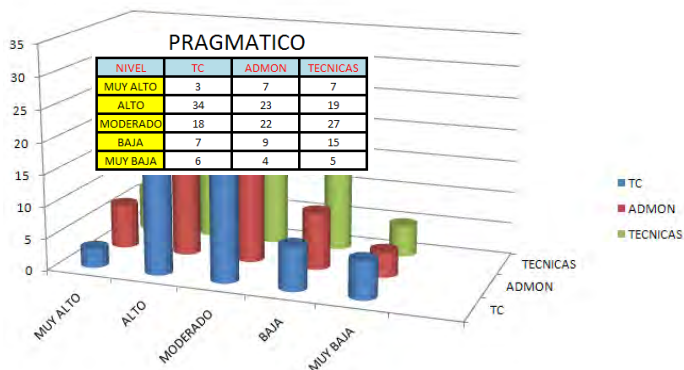


Figura No. 2. Resultados del estilo pragmático

➤ Estilo Teórico

Se observó en este estilo que el 28% de la población estudiantil del tronco común (TC), tiene preferencia moderada en este estilo, es decir que el estudiantado tiene un estilo Teórico. Así mismo, el 37% de los estudiantes de la fase Administrativa tienen preferencia también Moderada. Y La fase técnica tiene un 40% de preferencia Moderada para este estilo. (Ver figura 3).

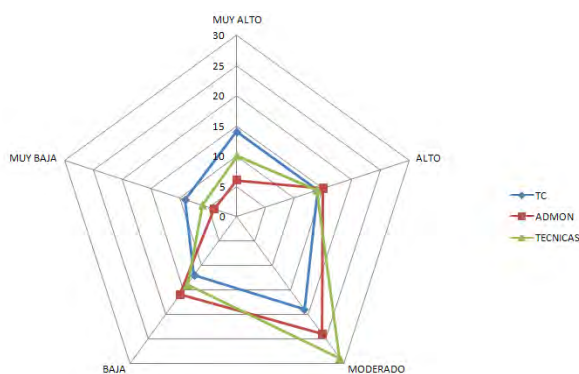


Figura No. 3 Resultados del estilo Teórico

➤ Estilo Activo

El 41% de la población estudiantil del tronco común (TC), tiene preferencia moderada en este estilo, es decir que el estudiantado tiene un estilo Activo. Así mismo, el 32% de los estudiantes de la fase Administrativa tienen preferencia también Moderada a este estilo. En la fase técnica se tiene 30% preferencia alta y 30% con preferencia moderada para este estilo. (Ver figura 4)



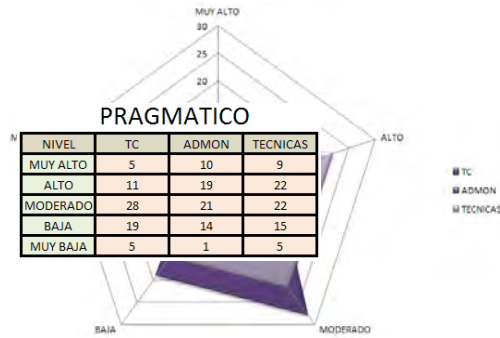


Figura No. 4 Resultados del estilo Activo

Alumnos reprobados durante el periodos del 2004 al 2012

Uno de los principales problema detectados durante la investigación, es el alto número de reprobados que ha tenido la facultad de informática Mazatlán, desde el año 2004 hasta la fecha, 2012. Se revisaron las actas de exámenes extraordinarios y se pudiendo contabilizar 4410 exámenes solicitados por los alumnos, hay que recordar que un estudiante puede solicitar más de una materia al mismo tiempo. En la figura No. 5, se puede observar que en el 2007, fue el año con más incidencia de reprobados con un 17.76% y mientras tanto, la más baja fue el 2012 con un 4.9%.



Figura No. 5.Total alumnos Reprobados por años

En la figura No. 6, se observan los estudiantes reprobados por área de conocimiento, el área con mayor incidencia es Matemáticas con un porcentaje de 34.3% (1513 reprobados), las materias presentes en esta área son: de Algebra matricial, algebra superior, algebra lineal, Investigación de operaciones I y II, Matemáticas I, II, III, IV, V y VI, Matemáticas discretas, Probabilidad y Estadísticas y Simulación. Quizás esto se deba al gran número de materia que incluye esta área del conocimiento. El área más baja es el Software Base con un el 1.42%, las materias que las componen son: compiladores, Software Base I, Software Base II, Sistemas Operativos.

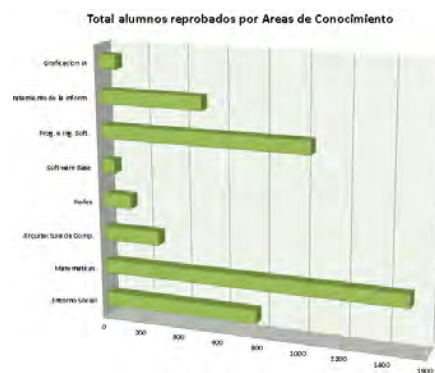


Figura No. 6. Total alumnos Reprobados por áreas de conocimiento

Se encontró que la mayor incidencia de reprobados del 2004 al 2012 es la siguiente; Matemáticas con 1513 alumnos, Programación e ingeniería de Software con 1039 y Entorno Social con 777 alumnos.(Ver grafica No. 6).

### Conclusiones / Recomendaciones.

- ✓ De acuerdo con los datos obtenidos y al aplicar las herramientas de recolección de datos, se encontró que el 38.2% de los alumnos que cursan el tronco común, en su mayoría utilizan el estilo de aprendizaje pragmático seguido con un 23.5% al estilo reflexivo. En los estudiantes de la fase Administrativa se detectó que el 38.4% también utilizan el estilo pragmático seguidos por el estilo reflexivo el cual es representado con un 20%. Y los estudiantes que cursan la fase técnica encontramos que el 38.3% son pragmáticos. De acuerdo con los resultados obtenidos, parece estar de acuerdo con el carácter abstracto de las materias de programación y matemáticas.
- ✓ Utilizar diferentes estrategias de aprendizaje en las aulas, de tal forma que garanticemos actividades que cubran todas las fases de Kolb. Con eso por una parte facilitaremos el aprendizaje de todos los alumnos, cualquiera que sea su estilo preferido y, además, les ayudaremos a potenciar las fases con los que se encuentran menos cómodos.
- ✓ Indiscutiblemente el docente no toma en consideración los estilos de aprendizaje de los alumnos prueba de ellos es el alto índice de reprobación en las áreas de matemáticas y programación.
- ✓ Que el propio docente conozca sus preferencias sobre estilos de enseñanza y trate de desarrollar los otros estilos: reflexivo, pragmático, teórico y activo.
- ✓ Los docentes, cuando se enfrenta a la tarea de enseñar a un grupo de alumnos debe, en primer lugar, tener claro cuál es su estilo de enseñanza y, en segundo lugar, identificar estilo de aprendizaje de sus alumnos. Debe seleccionar el modo o estrategia más adecuada y eficaz para llevar a cabo el proceso de enseñanza -aprendizaje para cada subgrupo o grupo identificado. Ya que es probable que solo algunos estudiantes con mayor afinidad al estilo de enseñanza del profesor aprendan y los otros se sientan desmotivados al no aprender.
- ✓ Los alumnos que se encuentran en proceso de formación profesional (tal es el caso de la escuela de informática, Mazatlán) y utilizan los lenguajes de programación, software educativos, simuladores, robótica, sistemas expertos, redes (CISCO), arquitectura de computadora, etc., como herramienta de apoyo o como medio de aprendizaje en su mayoría, tienen estilos de aprendizajes diferentes a otras carreras o licenciaturas, ya que no son las mismas materias, por que incluyen diferentes conocimientos y por lo tanto su formación es diferente.
- ✓ Realice un proceso de identificación de los estilos de APRENDER de sus estudiantes para tomar decisiones y mejorar la práctica instruccional.

### Referencias

- [1] Alonso C. M. , Gallego, D.H. & Honey, P. 2000. Los Estilos de Aprendizaje: procedimiento de diagnóstico y mejora: Bilbao: Mensajero 5ª Edición
- [2] Alonso CM. Gallego DJ. 1999. Los estilos de aprendizaje: Qué son, Cómo diagnosticarlos, Cómo mejorar el propio estilo de aprendizaje. Bilbao: Editorial Mensajero.
- [3] Arancibia Violeta C., Paulina Herrera P., 2000 Psicología de la Educación. AlfaOmega. México.
- [4] Cervera, M. et al. 2004. Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje: El proyecto GET. <http://www.ucm.es/info/multid/revista/cuad67/evea.ht>
- [5] Felder R. M., Silverman L. K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education, *Revista Chemical Engineering Education*.78 (7), pp. 674-681.
- [6] Felder R. M. (1990). Meet your Students, *Revista Chemical Engineering Education*, 24 (1), pp. 7-8.
- [7] Pérez T. C. (1995). Cuestión de Estilo: Enseñanza-aprendizaje en las carreras de ingeniería, *Revista Semillero, de la UABC*. No. 9, pp. 40-44.
- [8] <http://info.maz.uasnet.mx/historia.php> Historia de la Facultad, Febrero 2007.

### Notas Biográficas

El Dr. **Lucio Gpe. Quirino Rodríguez** profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa, facultad de Informática, Mazatlán desde septiembre de 1995, obtuvo su doctorado en Educación en la Universidad Autónoma de Durango, es miembro del Cuerpo Académico en consolidación de Informática Educativa. Correo [lucioquirino@gmail.com](mailto:lucioquirino@gmail.com)

**El Dr. Alan Josué Barraza Osuna** profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa, obtuvo su doctorado en Educación en la Universidad Autónoma de Durango, se desempeña como profesor e investigador de tiempo completo y es miembro del Cuerpo Académico en consolidación de Informática Educativa. Correo [barraza.72@gmail.com](mailto:barraza.72@gmail.com)

**La MC. Ana María Delgado Burgueño**, es Licenciada en Informática y actualmente estudia el doctorado en Educación en la UAS, es colaboradora del Cuerpo académico de Informática Educativa de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo [anadelgado@uas.edu.mx](mailto:anadelgado@uas.edu.mx)

*El MC. Rogelio Estrada Lizárraga* es Licenciada en Informática y actualmente estudia el doctorado en Educación en la Universidad de Granada, España, es colaboradora del Cuerpo académico de Informática Educativa de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo: [restrada@maz.uasnet.mx](mailto:restrada@maz.uasnet.mx)

*La MC. Mirna Zulema Oleta*, es profesora Investigadora de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, actualmente se encuentra en proceso de disertación de Tesis en el área de Educación en la Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán. Correo [mirna\\_oleta@live.com.mx](mailto:mirna_oleta@live.com.mx)

## APENDICE

### Cuestionario utilizado en la investigación

#### Cuestionario HONEY-ALONSO de ESTILOS DE APRENDIZAJE

Instrucciones para responder al cuestionario:

- Este cuestionario ha sido diseñado para identificar tu estilo preferido de aprender. **No** es un test de **inteligencia**, ni de **personalidad**.
- No hay límite de tiempo para contestar el cuestionario.
- No hay respuestas correctas o erróneas. Será útil en la medida que seas sincero/a en tus respuestas.
- Si estás más de acuerdo que en desacuerdo con la sentencia pon un signo más (+),  
Si, por el contrario, estás más en desacuerdo que de acuerdo, pon un signo menos (-).
- Por favor contesta a todas las sentencias.

- ( ) 1. Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.
- ( ) 2. Estoy seguro/a de lo que es bueno y lo que es malo, lo que está bien y lo que está mal.
- ( ) 3. Muchas veces actúo sin mirar las consecuencias.
- ( ) 4. Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.
- ( ) 5. Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.
- ( ) 6. Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.
- ( ) 7. Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.
- ( ) 8. Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.
- ( ) 9. Procuro estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.
- ( ) 10. Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.
- ( ) 11. Estoy a gusto siguiendo un orden en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.
- ( ) 12. Cuando escucho una nueva idea enseguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica.
- ( ) 13. Prefiero las ideas originales y novedosas aunque no sean prácticas.
- ( ) 14. Admito y me ajusto a las normas sólo si me sirven para lograr mis objetivos.
- ( ) 15. Normalmente encajo bien con personas reflexivas, y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontáneas, imprevisibles.
- ( ) 16. Escucho con más frecuencia que hablo.
- ( ) 17. Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.
- ( ) 18. Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.
- ( ) 19. Antes de hacer algo estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.
- ( ) 20. Me entusiasmo con el reto de hacer algo nuevo y diferente.

# Estudio de un sistema para riego agrícola con alimentación fotovoltaica autónoma. Una contribución para el ahorro de energía en el rancho la tuna Morelos, Tlalixcoyan, Veracruz, desarrollado en la materia Taller de Investigación

<sup>1</sup>Dr. Miguel Ángel Quiroz García <sup>2</sup>M.C. Yesenia Moreno Paván <sup>3</sup>Lic. Rosa María Palomino Juárez  
<sup>4</sup>Dr. Alejandro Bordonave <sup>5</sup>Karina Lara Campos Jennifer

**Resumen.** El sistema de riego agrícola por lo general es alimentado por energías que se obtienen de centrales eléctricas convencionales que obtienen la energía a partir de combustibles fósiles; esto implica un gran problema para los usuarios rurales ya que es de gran costo y a la mayoría no les llega dicha energía, además del impacto ambiental negativo que se tiene. Esta problemática se atendería a través del desarrollo de los sistemas de riego agrícola con alimentación fotovoltaica autónoma que permite ahorros de energía ya que no estarán conectados a la red eléctrica.

En los sistemas de riego tradicionales, el agua se aplica al campo entero, ya sea por aspersión o por riego por inundación, lo que resulta en una pérdida significativa de agua. El riego por goteo es un método de riego moderno en el cual el agua es aplicada directamente a la zona radicular de la planta.

En tales sistemas de riego, se aplica el agua solamente en zonas específicas en el campo, donde se cultivan las plantas.

**Palabras Clave:** Energías renovables, Sistema fotovoltaico, Irradiación solar.

## Introducción

Durante los últimos años, debido al incremento del costo de los combustibles fósiles y los problemas medioambientales derivados de su explotación, estamos asistiendo a un renacer de las energías renovables.

En la presente investigación se propone un sistema de riego con alimentación fotovoltaica, la energía que produzca dicho sistema fotovoltaico que alimente a una bomba de agua que extraiga esta de un pozo, luego de ser extraída dicha agua se expulsara al sistema de riego. Se propone instalar un sistema de riego por goteo ya que este tiene diversas ventajas sobre otros métodos de irrigación, incluyendo: la eliminación de la escorrentía superficial, nivel constante en la humedad del suelo, alta eficiencia en el uso del agua, flexibilidad en la aplicación de fertilizantes, previene el crecimiento de malezas y enfermedades de las plantas.

En los sistemas de riego tradicionales, el agua se aplica al campo entero, ya sea por aspersión o por riego por inundación, lo que resulta en una pérdida significativa de agua. El riego por goteo es un método de riego moderno en el cual el agua es aplicada directamente a la zona radicular de la planta.

En la Figura 1. Se muestra el sistema de riego por goteo, en tales sistemas de riego, se aplica el agua solamente en zonas específicas en el campo, donde se cultivan las plantas.

<sup>1</sup> Dr. Miguel Ángel Quiroz García. Es profesor de tiempo completo del departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de Veracruz. [maquirozg@hotmail.com](mailto:maquirozg@hotmail.com)

<sup>2</sup> M.C. Yesenia Moreno Paván Es profesor de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Instituto Tecnológico de Veracruz

<sup>3</sup> Lic. Rosa María Palomino Juárez. Es profesora en el Colegio Nacional de Educación Profesional, Veracruz II [clavelpalomino@hotmail.com](mailto:clavelpalomino@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Alejandro Zavaleta Bordonave. Es Jefe del Departamento de Servicios Extraescolares en el Instituto Tecnológico de Veracruz.

<sup>5</sup> Karina Lara Campos Jennifer Estudiante de quinto semestre en la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Veracruz [karina\\_larcam@hotmail.com](mailto:karina_larcam@hotmail.com)

## Aspectos a considerar para la implementación de los sistemas de riego con alimentación fotovoltaica

### Normas aplicables a sistemas fotovoltaicos

| Normas IEC de apoyo – Sistemas fotovoltaicos | Serie IEC – Sistemas fotovoltaicos |
|--|------------------------------------|
| > → IEC 62446                                | > → IEC 61730                      |
| > → IEC 61727                                | > → IEC 60904                      |
| > → IEC 61836                                | > → IEC 62257                      |
| > → IEC 61215                                |                                    |
| > → IEC 61646                                |                                    |

### Incidencia Solar

Como resultado de la investigación presentada se puede concluir que la propuesta del sistema de riego con alimentación fotovoltaica tendrá muchos beneficios y cubrirá las necesidades que se tienen, ya que las energías renovables ofrecen la oportunidad de obtener energía útil para diversas aplicaciones; su aprovechamiento tiene menores impactos ambientales que el de las fuentes convencionales y poseen el potencial para satisfacer todas las necesidades de energía presentes y futuras. Así mismo, su utilización contribuye a conservar los recursos energéticos no renovables y propicia el desarrollo regional.

La suma de ambas es la irradiación total incidente. La superficie del planeta está expuesta a la radiación proveniente del Sol. La tasa de irradiación depende en cada instante del ángulo que forman la normal a la superficie en el punto considerado y la dirección de incidencia de los rayos solares. Por supuesto, dada la lejanía del Sol respecto de nuestro planeta, es factible suponer, con muy buena aproximación, que los rayos del Sol inciden esencialmente paralelos sobre el planeta. No obstante, en cada punto del mismo, localmente considerado, la inclinación de la superficie respecto a dichos rayos depende de la latitud y de la hora del día para una cierta localización en longitud; dicha inclinación puede definirse a través del ángulo que forman el vector normal a la superficie en dicho punto y el vector paralelo a la dirección de incidencia de la radiación solar.



Figura 1. Sistema de riego por goteo

### Análisis del sistema de riego agrícola

A lo largo de la historia, los sistemas de riego han sido una parte muy importante del desarrollo agrícola. Los sistemas de riego primero se remontan 6000 años y han sido utilizados por los egipcios y mesopotámicos, los egipcios y el pueblo de Mesopotamia, que se utiliza una forma pasiva de riego, totalmente en función de la inundación anual del río. Los egipcios utilizaron el río Nilo como fuente de agua e hizo las cuencas individuales de los cultivos que entran en contacto con el agua de las inundaciones.

En Asia hace unos 2000 años, China usa los métodos tradicionales de riego por superficie y se fue a un nivel totalmente nuevo de riego, construcción de canales para la adquisición de agua desde muy lejos. La ciudad que ahora es Camboya, ha tenido un complejo sistema de canales, estanques y embalses para el riego y el almacenamiento de agua desde el siglo 9 y 14.

En Europa los romanos habían construido complejos sistemas de irrigación más de 2000 años atrás. Algunos canales transportaban agua de las montañas y lo depositó en los embalses.

El sistema de Riego es el conjunto de estructuras, que permite determinar qué área pueda ser cultivada aplicándole el agua necesaria a las plantas y consta de varios componentes. El conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial, por aspersión, o por goteo. Por ejemplo, un embalse no será necesario si existe otra fuente de agua cercana tales como río o arroyo de los cuales se capta el agua y estos tienen un caudal suficiente incluso en el período de sequía. Los sistemas de riego más comunes son la acequia, terrazas, riego por aspersión, riego por goteo y riego de tierra, etc.

### **Tipos de sistema de riego**

- Sistema de riego por aspersión
- Riego con difusores
- Sistema de riego por goteo
- Riego subterráneo

### **Estudio sobre la obtención del agua para el sistema de riego**

Para determinar la obtención del agua se debe de buscar un pozo lo suficientemente profundo para que este pueda brindar el agua necesaria para el sistema de riego. Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar la reserva de agua subterránea de una capa freática.

Construidos con desarrollo y forma cilíndrica en la mayoría de los casos, se suelen asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe, que podrían causar el taponamiento del pozo. Se debe buscar un pozo que este cercano al lugar de la siembra y si no se encuentra ninguno se procederá a realizarlo.

### **Bomba de alimentación para el sistema de riego**

Es la máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos “volumétricas” y “turbo-bombas”. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión). Las volumétricas mueven el agua mediante la variación periódica de un volumen. Es el caso de la bomba de émbolo. Las turbo bombas poseen un elemento que gira, produciendo así el arrastre del agua. Este elemento “rotor” se denomina “Rodete” y suele tener la forma de hélice o rueda con paletas. Las bombas pueden recibir la energía de diversas fuentes. Desde la antigüedad se ha usado la energía eólica en este menester. El movimiento de las paletas del molino de viento se transmite a una bomba que extrae agua de un pozo.

Cuando la bomba recibe la energía a través de un motor acoplado (eléctrico, de gasóleo o gasolina), al conjunto se le llama moto-bomba. El motor puede también estar separado de la bomba. Entonces hace falta un elemento que le transmita el movimiento. Puede ser una polea, un eje, etc.

### **Elementos del sistema fotovoltaico**

Generador fotovoltaico- Los paneles solares o módulos fotovoltaicos convierten la energía luminosa del Sol en electricidad, esta es utilizada de inmediato mediante inversores de red o es almacenada en un banco de baterías a través de un control de carga o un seguidor de máxima potencia (MPPT).

Por lo general, son hechos de silicio, un elemento conductor. Pueden ser mono y policristalinos. Los primeros son 2% a 3% más eficientes (15% a 19% de eficiencia frente a 13 a 15%). Los monocristalinos ocupan un área de 6 a 8 metros cuadrados por kW, mientras que los policristalinos usan de 7 a 9 m<sup>2</sup> por kilowatt. La utilización de uno u otro tipo de panel depende de la estructura de soporte y el tipo de cableado. Cuando el sistema se emplaza sobre estructuras fijas, para realizar un mejor cableado y aumentar el voltaje, los expertos prefieren trabajar con policristalinos. En cambio, cuando se emplean ‘seguidores de sol’ por lo que se quiere disminuir la cantidad de paneles en serie, se usan los monocristalinos.

El generador está formado por un conjunto de módulos conectados en serie y en paralelo entre sí.

Conectando en serie los módulos:

La corriente total del módulo se “adecúa” a la del módulo que genera menos corriente, mientras que la tensión global es el resultado de la suma de la tensión de cada módulo. Un conjunto de módulos conectados en serie constituye la así llamada “cadena”.

Conectando en paralelo varias cadenas de módulos:

La corriente total del generador fotovoltaico es el resultado de la suma de la corriente de salida de cada cadena.

En cambio, la tensión global del sistema es equivalente a la tensión generada por una sola cadena.

La potencia nominal total del sistema es equivalente a la suma de la potencia nominal de cada módulo.



**Figura 2. Panel solar de silicio monocristalino**

Banco de baterías- La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo.

Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

Normalmente el banco de baterías y los módulos fotovoltaicos trabajan conjuntamente para alimentar las cargas, durante la noche toda la energía demandada por la carga la provee el banco de baterías. En horas tempranas de la mañana los módulos comienzan a generar, pero si la corriente que entregan es menor que la que la carga exige, la batería deberá contribuir en el aporte. A partir de una determinada hora de la mañana la energía generada por los módulos fotovoltaicos supera la energía promedio demandada. Los módulos no solo atenderán la demanda, sino que además, todo exceso se almacenara en la batería que empezara a cargarse y a recuperarse de su descarga de la noche anterior. Finalmente, durante la tarde, la corriente generada decrece y cualquier diferencia con la demanda la entrega a la batería; en la noche, la generación es nula y todo el consumo lo afronta la batería.



**Figura 3. Banco de batería para sistemas fotovoltaicos**

Regulador - Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas.

El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.



**Figura 4. Regulador de carga para sistemas fotovoltaicos**

Inversor- Convertir la CC de la instalación fotovoltaica en CA para la alimentación de los receptores que trabajan con CA (la mayoría).

Dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua en alterna y permiten por tanto:

Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red

Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica

Se pueden distinguir entre:

- Inversores de conmutación natural. También son conocidos como inversores conmutados por la red, por ser esta la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Su aplicación es para sistemas FV conectados a la red. Actualmente están siendo desplazados por los inversores de conmutación forzada tipo PWM, conforme se desarrollan los transistores de tipo IGBT para mayores niveles de tensión y corriente.
- Inversores de conmutación forzada o autoconmutados. Son para sistemas FV aislados. Permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control. Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con los que se pueden conseguir salidas prácticamente senoidales y por tanto con poco contenido de armónicos.



**Figura 5. Inversor de corriente  
para Sistema fotovoltaico**

## Diseño del sistema de riego con alimentación fotovoltaica autónoma

### Calculo de la incidencia del sol en el lugar a instalar el sistema de riego con alimentación fotovoltaica

Cálculo de la radiación global

La radiación global ( $Global_{tot}$ ) se calcula como la suma de la radiación directa ( $Dir_{tot}$ ) y difusa ( $Dif_{tot}$ ) de todos los sectores del mapa solar y mapa del cielo, respectivamente.

$$Global_{tot} = Dir_{tot} + Dif_{tot}$$

Radiación solar directa

La insolación directa total ( $Dir_{tot}$ ) para una ubicación dada es la suma de la insolación directa ( $Dir_{\theta, \alpha}$ ) de todos los sectores del mapa solar:

$$Dir_{tot} = \sum Dir_{\theta, \alpha}$$

La insolación directa del sector del mapa solar ( $Dir_{\theta, \alpha}$ ) con un centroide en los ángulos cénit ( $\theta$ ) y el ángulo acimutal ( $\alpha$ ) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Dir_{\theta, \alpha} = S_{Const} * \beta^{m(\theta)} * SunDur_{\theta, \alpha} * SunGap_{\theta, \alpha} * \cos(AngIn_{\theta, \alpha})$$

Dónde:

- $S_{Const}$  : es el flujo solar fuera de la atmósfera en el valor medio de la tierra, la distancia del sol, conocida como constante solar. La constante solar utilizada en el análisis es de  $1.367 \text{ W/m}^2$ . Coincide con la constante solar del Centro Mundial de Radiación (World Radiation Centre, WRC).
- $\beta$ : es la transmisividad de la atmósfera (el promedio de todas las longitudes de onda) para la ruta más corta (en dirección al cénit).
- $m(\theta)$  : es la longitud de ruta óptica relativa que se mide como una proporción en relación con la longitud de ruta del cénit (vea la ecuación 3 más adelante).
- $SunDur_{\theta, \alpha}$  : es la duración de tiempo representada por el sector del cielo. Para la mayoría de los sectores, es igual al intervalo diario (por ejemplo, un mes) multiplicado por el intervalo horario (por ejemplo, media hora). Para los sectores parciales (cerca del horizonte), la duración se calcula mediante la geometría esférica.
- $SunGap_{\theta, \alpha}$  : es la fracción de espacio para el sector del mapa solar.
- $AngIn_{\theta, \alpha}$  : es el ángulo de incidencia entre el centroide del sector del cielo y el eje normal para la superficie

Longitud óptica relativa,  $m(\theta)$ , se determina por el ángulo cénit del sol y elevación sobre el nivel del mar.



Para los ángulos cénit menores que  $80^\circ$ , se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$m(\theta) = \text{EXP}(-0.000118 * \text{Elev} - 1.638 * 10^{-9} * \text{Elev}^2) / \cos(\theta)$$

Dónde:

- $\theta$ : es el ángulo cénit del sol.
- Elev: es la elevación sobre el nivel del mar, en metros.

Se considera el efecto de la orientación de la superficie al multiplicar por el coseno del ángulo de incidencia. El ángulo de incidencia ( $\text{AngInSky}_{\theta,\alpha}$ ) entre la superficie interceptora y un sector de cielo determinado con un centroide en los ángulos cénit y acimutal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{AngIn}_{\theta,\alpha} = \text{acos}(\text{Cos}(\theta) * \text{Cos}(G_z) + \text{Sin}(\theta) * \text{Sin}(G_z) * \text{Cos}(\alpha - G_a))$$

Dónde:

$G_z$ : es el ángulo cénit de la superficie.

Tenga en cuenta que la refracción es importante para los ángulos cénit mayores que  $80^\circ$ .

$G_a$ : es el ángulo acimutal de la superficie.

Cálculo de la radiación difusa

Para cada sector del cielo, se calcula la radiación difusa en su centroide (Dif), se la integra al intervalo de tiempo y se la corrige con la fracción de espacio y el ángulo de incidencia mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Dif}_{\theta,\alpha} = R_{\text{glb}} * P_{\text{dif}} * \text{Dur} * \text{SkyGap}_{\theta,\alpha} * \text{Weight}_{\theta,\alpha} * \cos(\text{AngIn}_{\theta,\alpha})$$

Dónde:

- $R_{\text{glb}}$ : es la radiación global normal (vea la ecuación 6 más adelante).
- $P_{\text{dif}}$ : es la proporción del flujo de radiación global normal difundido. Por lo general, es aproximadamente de 0,2 para condiciones de cielo muy claro y de 0,7 para condiciones de cielo muy nublado.
- Dur: es el intervalo de tiempo para el análisis.
- $\text{SkyGap}_{\theta,\alpha}$ : es la fracción de espacio (proporción de cielo visible) para el sector del cielo.
- $\text{Peso}_{\theta,\alpha}$ : es la proporción de radiación difusa que se origina en un determinado sector del cielo relacionada con todos los sectores (vea las ecuación 7 y 8 más adelante).
- $\text{AngIn}_{\theta,\alpha}$ : el ángulo de incidencia entre el centroide del sector del cielo y la superficie interceptora.

La radiación global normal ( $R_{\text{glb}}$ ) se puede calcular mediante la suma de la radiación directa de cada sector (incluidos los sectores obstruidos) sin la corrección para el ángulo de incidencia, y la posterior corrección para la proporción de radiación directa, lo que equivale a  $1 - P_{\text{dif}}$ :

$$R_{\text{glb}} = (S_{\text{Const}} \Sigma(\beta^m(\theta))) / (1 - P_{\text{dif}})$$

Para el modelo difuso de cielo uniforme,  $\text{Peso}_{\theta,\alpha}$  se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Weight}_{\theta,\alpha} = (\cos\theta_2 - \cos\theta_1) / \text{Div}_{\text{azi}}$$

Dónde:

- $\theta_1$  y  $\theta_2$ : son los ángulos cénit de delimitación del sector del cielo.
- $\text{Div}_{\text{azi}}$ : es el número de divisiones acimutales en el mapa del cielo.

Para el modelo de cielo cubierto estándar,  $\text{Peso}_{\theta,\alpha}$  se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Weight}_{\theta,\alpha} = (2\cos\theta_2 + \cos 2\theta_2 - 2\cos\theta_1 - \cos 2\theta_1) / 4 * \text{Div}_{\text{azi}}$$

La radiación solar difusa total para la ubicación ( $\text{Dif}_{\text{tot}}$ ) se calcula como la suma de la radiación solar difusa (Dif) de todos los sectores del mapa del cielo:

$$\text{Dif}_{\text{tot}} = \Sigma \text{Dif}_{\theta,\alpha}$$

### Selección de la bomba de alimentación para el sistema de riego

Para seleccionar la bomba será necesario conocer el descenso máximo que experimente el nivel de agua del pozo durante el bombeo, para evitar que éste pueda descender por debajo de la entrada a la bomba.

Para pozos con aguas profundas resulta más eficaz el empleo de bombas centrifugas.

Toda bomba deberá trabajar cerca de su máximo rendimiento, el cual se alcanza sólo en un estrecho margen de caudal, que será el criterio que se emplee para la selección del tipo de bomba. Esta información aparecerá en las curvas de funcionamiento de la bomba que deberá ser suministrada por el fabricante en sus catálogos técnicos.

Por lo tanto, el punto de funcionamiento de la bomba será aquel cuyo caudal que suministre esté lo más próximo posible a su punto de rendimiento óptimo, o bien ligeramente a la derecha de éste.

Mediante la siguiente expresión se puede calcular el consumo energético (en kWh) de la bomba, en función de su rendimiento ( $\eta$ ), del caudal suministrado (Q) y de la altura o presión de descarga (H):

$$KWh = (Q \cdot H) / (367 \cdot \eta)$$

Donde,

Q es el caudal suministrado por la bomba, en m<sup>3</sup>/h  
H es la altura de impulsión, en m  
 $\eta$  es el rendimiento de la bomba.

### Diseño del sistema fotovoltaico

Un sistema autónomo debe generar energía eléctrica y acumularla en baterías para ser utilizada en el momento en que se requiera. Es un sistema más complejo que el conectado a la red.

Cálculos a considerar:

Calculo de la energía que el usuario necesitará cada día.

Energía consumida en corriente continua (DC) en Wh:

$$E_{DC} = \sum P_{(DC)i} \cdot t_{di}$$

$P_{(DC)i}$  = potencia nominal del equipo i en W

$t_{di}$  = tiempo diario de uso en horas

Energía consumida en corriente alterna (AC) en Wh:

$$E_{AC} = \sum P_{(AC)i} \cdot t_{di}$$

$P_{(AC)i}$  = potencia nominal del equipo i en W

$t_{di}$  = tiempo diario de uso en horas

Consumo total diario en Wh:

$$E_T = \frac{E_{DC}}{\eta_{BAT}} + \frac{E_{AC}}{\eta_{BAT} \eta_{INV}}$$

$\eta_{BAT} \eta_{INV}$  = Eficiencia de la batería y del inversor

El método de balance energético parte de la igualdad entre energía consumida por día y energía generada por día:

$$E_T = HPS \cdot P_p \cdot N_T$$

La energía generada por día es la potencia pico del panel (se supone que trabajará en el punto de máxima potencia) por el número de horas pico del día, por el número de paneles. Dos estrategias para determinar HPS:

HPS media del peor mes. Minimiza el sistema de acumulación, pero usa más paneles que los estrictamente necesarios.

HPS media del año. Minimiza el número de paneles, pero deberá invertir más en un sistema de acumulación mayor.

### Conclusiones y recomendaciones

Como resultado de la investigación presentada se puede concluir que la propuesta del sistema de riego con alimentación fotovoltaica tendrá muchos beneficios y cubrirá las necesidades que se tienen, ya que las energías renovables ofrecen la oportunidad de obtener energía útil para diversas aplicaciones, su aprovechamiento tiene menores impactos ambientales que el de las fuentes convencionales y poseen el potencial para satisfacer todas nuestras necesidades de energía presentes y futuras. Además, su utilización contribuye a conservar los recursos energéticos no renovables y propicia el desarrollo regional.

Por otra parte, para poder llevar a cabo dicho trabajo se deben tomar en cuenta aspectos descritos en esta investigación. Primordialmente se tienen las normas que se deben de tomar en cuenta para realizar ciertas actividades y que el sistema funcione correctamente. También se debe de tener en cuenta el lugar para poder conocer la incidencia solar, se debe seleccionar el sistema de riego agrícola, la obtención del agua, los aspectos eléctricos como la bomba y los elementos del sistema fotovoltaico como lo son los paneles solares. Estos son de gran importancia ya que son los encargados de convertir la energía luminosa del Sol en electricidad; la energía del sol no corre el riesgo de desaparecer, por tanto, no hay que preocuparse de que se agote, al menos en muchos millones de años.

Todos los aspectos mencionados anteriormente se deben seleccionar adecuadamente de acuerdo con el tamaño del sistema de riego a implementar. Se deberán hacer cálculos y estimaciones ya que se deben cubrir todas las necesidades de este.

Es debido a esto que se puede concluir que el sistema de riego con alimentación fotovoltaica puede implementarse siempre y cuando cubra con los aspectos que se mencionan en la investigación. Y serán de gran importancia ya que se atenderían las necesidades que tiene la población rural.

Otro aspecto a considerar son las baterías su función prioritaria es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo.

Actualmente el proyecto está en la etapa de implementación en el rancho la tuna Morelos, Tlalixcoyan, Veracruz y para ello se están considerando los costos de los materiales a utilizar en la elaboración y puesta en marcha del sistema

### Citas y referencias

Fernando. (Noviembre 3, 2015). Energías renovables. Febrero 16, 2016, de Erenovable Sitio web: <http://erenovable.com/energias-renovables/>  
Energías renovables. (s.f.). Energías renovables. Febrero 18, 2016, de Energías renovables Sitio web:

[http://www.anes.org/anes/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=11](http://www.anes.org/anes/index.php?option=com_wrapper&Itemid=11)

Ecopotencia. (2010). Incidencia solar. Marzo 9, 2016, de Ecopotencia Sitio web: <http://www.ecopotencia.com/incidencia.html>

Diy start. (2012). La historia del sistema de riego. Marzo 7, 2016, de Diy start Sitio web: <http://es.diystart.com/tag/la-historia-del-sistema-de-riego>

Ecured. (2013). Sistema de riego. Marzo 10, 2016, de Ecured Sitio web: [http://www.ecured.cu/Sistema\\_de\\_Riego](http://www.ecured.cu/Sistema_de_Riego)

Presmetal. (2015). Reparación de bomba de agua . Abril 11, 2016, de Presmetal Sitio web: <http://www.presmetal.cl/producto.php?id=33>

Energía solar fotovoltaica. (s.f.). El inversor. Abril 27, 2016, de Energía solar fotovoltaica Sitio web:

<http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.mx/2006/01/el-inversor.html>

Enerpoint . (s.f.). El generador fotovoltaico. Abril 18, 2016, de Enerpoint Sitio web: [http://www.enerpoint.es/photovoltaic\\_technology\\_5.php](http://www.enerpoint.es/photovoltaic_technology_5.php)

Energía solar fotovoltaica. (s.f.). El regulador de carga. Abril 25, 2016, de Energía solar fotovoltaica Sitio web:

<http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.mx/2006/01/el-regulador-de-carga.html>

Erenovable. (Diciembre 28, 2015). Cómo funcionan los paneles solares. Abril 23, 2016, de Erenovable Sitio web: <http://erenovable.com/como-funcionan-los-paneles-solares/>

Energía solar fotovoltaica. (s.f.). La batería. Abril 24, 2016, de Energía solar fotovoltaica Sitio web:

[http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.mx/2006/01/la-bateria\\_29.html](http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.mx/2006/01/la-bateria_29.html)

# Situación actual de la especialidad en Alta Dirección, en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Toluca

M.A. Elvia M. Quiroz Velázquez<sup>1</sup>, M.A. Marivel Ramírez Hernández<sup>2</sup>, C.P. Beda Isabel Zamora Flores<sup>3</sup>, Lic. Maira Lorena Maycotte Ramírez<sup>4</sup>

## RESUMEN

**La presente investigación tiene como finalidad analizar la nueva especialidad en Alta Dirección ofertada en el Instituto Tecnológico de Toluca con respecto a la Ingeniería en Sistemas Computacionales para conocer ¿qué tan importante es esta especialidad dentro la Industria? Con esto se espera conocer qué ventajas y desventajas tienen los Ingenieros en Sistemas Computacionales que cuenten con una especialidad en Alta Dirección apoyándonos en el perfil de los altos directivos, así como identificar los factores clave para la contratación de los recién egresados de esta Licenciatura.**

**Considerando que existe competencia entre los profesionales de las Ingenierías y una gran diversidad en las Licenciaturas relacionadas con los Sistemas Computacionales.**

**Al realizar un primer acercamiento a la situación actual de la especialidad en Alta Dirección, nos permite identificar el interés de parte de los estudiantes en Ingenierías, así como la pertinencia que existe de las unidades de aprendizaje que constituyen esta especialidad; por último nos permitió identificar las necesidades actuales de los empleadores en el mercado laboral del Valle de Toluca, aunque cabe mencionar que no solo se limita este análisis a una situación reduccionista, sino por el contrario, a las competencias profesionales que a nivel internacional y/o global se requieren.**

## PALABRAS CLAVE

*Competitividad, Competencias profesionales, Ingeniería en Sistemas Computacionales*

## INTRODUCCIÓN

El mundo global requiere cada día de profesionales en el país, cada vez más preparados y con diversas competencias profesionales para el desempeño eficaz y eficiente, es por ello que una de las necesidades de los empleadores es que, los egresados de las diversas Instituciones Educativas a nivel superior sean competitivos profesionalmente ante un entorno cambiante y muy dinámico, es por ello que es necesaria la pertinencia de los planes y programas de estudio en este nivel.

La importancia de este estudio radica principalmente en darle continuidad y seguimiento a la especialidad en Alta Dirección que se oferta actualmente a los estudiantes de las diversas Ingenierías ofrecidas en el Instituto Tecnológico de Toluca, ubicado en Metepec, Estado de México. Las cuales son: Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería Química, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en logística, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería en Tecnologías de Información e Ingeniería Industrial.

En lo que respecta a la especialidad en sí, la primera generación de estudiantes está actualmente terminando las primeras unidades de aprendizaje y continuarán en el siguiente semestre (agosto-diciembre de 2016)

La primera generación de esta especialidad tiene un total de 5 alumnos, los cuales han participado de forma entusiasta y motivadora, ya que por primera vez en su carrera han participado como ponentes en el Congreso que celebró el Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán (Tecnológico hermano del sistema de educación

<sup>1</sup> M.A. Manuela E. Quiroz Velázquez. Docente del Instituto Tecnológico de Toluca, ubicado en Metepec, Estado de México. [elviaquirozv@yahoo.com.mx](mailto:elviaquirozv@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> M.A. Marivel Ramírez Hernández. Docente del Instituto Tecnológico de Toluca, ubicado en Metepec, Estado de México. [Marivel\\_ramirez@hotmail.com](mailto:Marivel_ramirez@hotmail.com)

<sup>3</sup> C.P. Beda Isabel Zamora Flores. Presidente de Academia del Instituto Tecnológico de Toluca, ubicado en México. [Issahza.04@gmail.com](mailto:Issahza.04@gmail.com)

<sup>4</sup> Lic. Maira Lorena Maycotte Ramírez. Docente de UPN 151, ubicado en Toluca. [upneng@gmail.com](mailto:upneng@gmail.com)

tecnológica, celebrado en Mayo del 2016) en donde desarrollaron las diversas competencias profesionales (soft y Hard).

Por otra parte hoy se tiene un notable desfase entre los conocimientos de los graduados en ingeniería y lo que necesita el país, eso es grave, porque los ingenieros y de la educación en ingeniería depende en gran parte el desarrollo de nuestra nación.

México requiere de ingenieros flexibles y competitivos que además tengan resistencia al cambio por el cambio o sea, que analicen de principio a fin las nuevas propuestas antes de aceptarlas, que aporte soluciones para que nuestra sociedad pueda lidiar con los nuevos desafíos que nos plantea el planeta, pero que al mismo tiempo hagan competir a nuestra nación en el exterior (apud Resendiz, 2008)

Las escuelas de ingeniería deben transformarse, adoptar nuevos enfoques en la enseñanza y en la formación, especialmente a lo que se refiere a la instrucción práctica y al aprendizaje basado en el planteamiento de problemas, que refleja la naturaleza misma de la ingeniería, porque es aquí donde el futuro ingeniero deberá adquirir los conocimientos y métodos de carácter científico que lo habilitará para comenzar a ejercer. (ídem).

Los programas de estudio deben motivar a los jóvenes para que no continúen con la clasificación de “aburridos” y “difíciles”.

La ingeniería debe promoverse como una profesión adecuada para mejorar la calidad de vida y solucionar problemas actuales y sobre todo como una actividad que promueve e impulsa el desarrollo sustentable (ibídem).

Es por ello que el Instituto Tecnológico de Toluca, perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TECNM) ofrece actualmente diversas especialidades en sus carreras de Ingenierías, entre las cuales se encuentra la de Alta Dirección, ésta se imparte principalmente para los Ingenieros en Gestión empresarial, pero de acuerdo a los estatutos los estudiantes pueden elegir por estudiar esta especialidad si es de su interés personal y profesional.

### **LA ALTA DIRECCIÓN: PARTE FUNDAMENTAL EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN.**

El liderazgo, compromiso y la implicación de la Alta Dirección son esenciales para la implementación, el desarrollo y el mantenimiento de un sistema de gestión efectivo y eficiente para lograr los beneficios de la organización y de todas las partes interesadas.

A través de la política de la organización la alta dirección define un marco de referencia para que todo el personal de la organización comprenda qué pretende en cuanto a la calidad o la gestión medioambiental. Además, la política de la empresa puede cambiar en un determinado momento por diferentes razones y es la alta dirección de la organización quien debe estar atento para realizar su adecuación cuando sea necesario, de lo contrario, puede volverse obsoleta sin que nadie se entere.

Además, durante el desarrollo y la operación de un sistema de gestión, la actitud y el convencimiento de la Alta Dirección es determinante para su implantación exitosa. Se muestran la importancia de ‘predicar con el ejemplo’ por parte de la dirección.

La dirección no solamente aporta los recursos necesarios para el sistema, es necesario que predique con el ejemplo. El personal de la organización se compromete con sus líderes tanto como éstos demuestran, con el ejemplo, hacia dónde se dirige la organización.

Ellos deberían ser las personas que creen y mantengan el ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización”.

### **HABILIDADES DIRECTIVAS:**

- Autoconocimiento: lo primero que debe tener el directivo es un conocimiento propio acerca de cómo se relaciona consigo mismo, con los demás y con el mundo. Debe tener claro qué desea ser en el mundo, cuáles son sus objetivos vitales. Solo de esta forma podrá saber dónde quiere llevar a la organización y a sus miembros.
- Visión y pensamiento estratégico: el directivo debe tener una visión clara sobre lo que debe ser la empresa y también sobre lo que es actualmente, así como el camino que debe seguir para conseguirlo. Para ello, el primer punto del autoconocimiento le ayudará a estar alerta ante todas las fuentes de información que tiene alrededor y que deben alimentar su pensamiento estratégico. Los contactos de alto nivel, las redes de

trabajo, su vida familiar, amistades, publicaciones, etc., deben ser sus vías de conocimiento constante que vayan reafirmando o moldeando la visión.

- Dominio de las técnicas de captación de información: como hemos dicho en el anterior punto, la visión no es estática, sino que es dinámica y puede ir cambiando sobre una base permanente que es propia de cada directivo. Para ello, el directivo debe conocer el funcionamiento de todos los sistemas de información internos, de las técnicas de investigaciones de mercado y de todas las fuentes internas y externas disponibles para saber dónde mirar para captar información. Por supuesto, debe saber realizar las preguntas correctas a sus interlocutores para conseguir datos relevantes.
- Conocimiento del negocio y capacidad sistémica: el directivo debe conocer muy bien el negocio y las técnicas y metodologías para desarrollar el mapa estratégico y las partes que se van a ver afectadas. Debe tener un pensamiento sistémico que le permita ver a la organización en relación con todas las partes que la forman internamente y con las que se relaciona externamente.
- Gestión de equipo: por descontado, el directivo no está solo, sino que debe dirigir y desarrollar un equipo. Es básico que sepa cómo gestionarlo para que los miembros del equipo alcancen la motivación necesaria, logren sus objetivos y consigan desarrollarse como profesionales y como personas. Debe aprender muy bien las técnicas de gestión de reuniones, de networking, de creatividad, de innovación, etc.
- Comunicación: las habilidades de comunicación son básicas. El directivo debe ser un excelente comunicador y gran parte de su trabajo va a ser comunicar de forma constante el rumbo de la organización. Por supuesto, debe dominar como nadie las técnicas de presentación eficaces.
- Habilidades negociadoras: para sacar adelante su visión de forma interna, así como para conseguir los mejores resultados para la organización con los stake y shareholders, el directivo debe tener una alta capacidad de negociación y conocer todas las técnicas más avanzadas.
- Gestionar los proyectos: el directivo debe saber no sólo desarrollar una visión y una estrategia, sino también implementarla, para lo que es fundamental que el conozca cómo poner en marcha las iniciativas estratégicas desarrolladas.
- Control y supervisión: el directivo debe tener sólidos conocimientos de control de gestión y de las áreas funcionales básicas (mkt y comercial, producción, sistemas y tecnología, RRHH y eco-financiero) para poder conocer el resultado de su gestión y acometer las mejoras necesarias, inteligencia emocional y social: el directivo debe manejar todas las competencias relacionadas con la inteligencia emocional (autoconocimiento, autocontrol y automotivación) y con la inteligencia social (confianza al grupo, aporte de experiencia, escucha activa, etc).
- Gestión de las crisis y del cambio: el directivo debe ser consciente de que el cambio es una constante y que este cambio viene precedido de un periodo de crisis que debe ser capaz de manejar adecuadamente.
- Estilo de liderazgo: por último, todo esto debe manifestarse a través de un estilo de liderazgo único y definido que sepa cómo debe motivarse a las personas, unirlos y dirigirlos hacia un determinado fin.

En definitiva, el directivo ha de ser una persona muy completa que maneje las llamadas habilidades hard (conocimientos técnicos y de negocio) con las habilidades soft (liderazgo de personas, comunicación, negociación, etc) Cualquier fallo en estas habilidades hará que el rumbo de la organización se resienta.

La palabra habilidad por si misma remite a la capacidad, gracia y destreza para ejecutar algo. Sin embargo el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la describe como enredo dispuesto con ingenio, disimulo y maña. Para efectos de habilidad directiva y con el enfoque de este texto, hemos adoptado lo que Guthie Knapp (2007) señala con relación al término habilidad: Habilidad es la capacidad del individuo, adquirida por el aprendizaje, capaz de producir resultados previstos con el máximo de certeza, con el mínimo de distensión de tiempo y economía y con el máximo de seguridad.

### **LA ALTA DIRECCIÓN: PARTE FUNDAMENTAL EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN.**

El liderazgo, compromiso y la implicación de la Alta Dirección son esenciales para la implementación, el desarrollo y el mantenimiento de un sistema de gestión efectivo y eficiente para lograr los beneficios de la organización y de todas las partes interesadas.

A través de la política de la organización la alta dirección define un marco de referencia para que todo el personal de la organización comprenda qué pretende en cuanto a la calidad o la gestión medioambiental. Además, la política de la empresa puede cambiar en un determinado momento por diferentes razones y es la alta dirección de la organización quien debe estar atento para realizar su adecuación cuando sea necesario, de lo contrario, puede volverse obsoleta sin que nadie se entere.

Además, durante el desarrollo y la operación de un sistema de gestión, la actitud y el convencimiento de la Alta Dirección es determinante para su implantación exitosa. Se muestran la importancia de ‘predicar con el ejemplo’ por parte de la dirección.

La dirección no solamente aporta los recursos necesarios para el sistema, es necesario que predique con el ejemplo. El personal de la organización se compromete con sus líderes tanto como éstos demuestran, con el ejemplo, hacia dónde se dirige la organización.

Ellos deberían ser las personas que creen y mantengan el ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización”.

## **METODOLOGÍA**

Dentro de los aspectos metodológicos de esta investigación se tiene el siguiente:

### **Objetivo General:**

Realizar un análisis de la situación actual de la especialidad en Alta Dirección que se oferta en el Instituto Tecnológico de Toluca como una alternativa para la adquisición de competencias profesionales ante un ambiente global y altamente competitivo

### **Objetivos específicos:**

- Conocer la importancia que tiene la especialidad en Alta Dirección para un Ingeniero en Sistemas Computacionales.
- Investigar qué tan necesaria e importante es la especialidad en Alta Dirección para las empresas que se ubican en el Valle de Toluca.

### **Hipótesis:**

La especialidad en Alta Dirección responde a las expectativas actuales de los empleadores que se encuentran ubicados en las empresas del corredor industrial de la Ciudad de Toluca.

En lo que respecta al diseño metodológico se utilizó la investigación descriptiva, ésta comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o proceso de los fenómenos (Bahena, 2010).

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características, los perfiles de personas, grupos o comunidades, procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989), es decir, componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga (Hernández, 2014).

Asimismo se utilizó el método inductivo debido a que se parte de un organismo denominado Instituto Tecnológico de Toluca como parte de un Sistema de Tecnológicos de Educación Superior, lo cual nos permite inferir la situación actual de la carrera de Ingeniería en sistemas Computacionales.

Por otra parte, la herramienta que se utilizó en esta investigación es la encuesta, que se aplicó a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas, así como la revisión de la información en fuentes secundarias tales como: investigaciones de mercado de las principales empresas dedicadas al tema del empleo, así como las fuentes oficiales en México.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

Una vez identificada las habilidades que deberán desarrollar los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales, especialidad en Alta Dirección; se aplicó el instrumento que conlleva a la evaluación de las mismas, la prueba de diagnóstico denominada PAMS (por sus siglas en inglés Personal Assessment of Management Skills) los resultados de la prueba se consideran preliminares, debido a que solamente son 5 alumnos, es por ello que se ha decidido esperar el siguiente semestre para que se realice una comparación de muestras.

Asimismo, los resultados señalan que es necesario el desarrollo de habilidades que conllevan a las habilidades directivas, mencionadas anteriormente. En términos generales los resultados del instrumento señalan que existen oportunidades para los estudiantes en el área de la administración y el liderazgo, unidades de aprendizaje que contiene la especialidad en Alta Dirección.

De acuerdo a los diversos estudios que ha realizado la asociación Mexicana de Management considera de suma importancia las competencias denominadas soft y hard para el desarrollo del capital humano.

Los empleadores consideran que los egresados tienen carencias en su formación profesional al ingresar al mundo laboral; por una parte, los conocimientos teóricos parecen estar cimentados, pero alejados de las necesidades de la empresa. Los empleadores buscan en los ingenieros el talento joven y renovador; sin embargo, no lo están encontrando con facilidad:

El 60% de los participantes del estudio consideran que los recién egresados carecen de las habilidades que requieren sus empleados.

Destacan la incapacidad de trabajar en equipo, falta de habilidades de liderazgo, carencia en idiomas, ausencia de vinculación con la práctica profesional y desconocimiento de nuevas tecnologías. Debido a esto, 72% considera que es difícil o muy difícil conseguir a un candidato que cubra los perfiles de los puestos que buscan.

Los ingenieros son requeridos para tareas de coordinación y sus expectativas en la empresa llegan hasta los niveles de alta gerencia, de ahí que las habilidades que requieren están más enfocadas al liderazgo y al desarrollo de las llamadas “competencias suaves”.

El 42% de los encuestados señaló que los ingenieros se sitúan en posiciones de dirección o jefaturas, 13% en áreas de producción y 11% liderando proyectos especiales. Asimismo, los egresados de carreras técnicas son destinados a los puestos operativos; a pesar de ello, también requieren habilidades de coordinación, ya que frecuentemente están a cargo de equipos de trabajo. Sin embargo, el perfil que buscan requiere apego puntual a normas y procedimientos.

Con base en entrevistas con empleadores, los ingenieros mejor remunerados son los que muestran liderazgo, innovadores, con capacidad de coordinar acciones con otros colegas, bilingües y tienen una visión global, además de tener gran habilidad de comunicación.

Discusión:

El divorcio que existe entre las universidades y el mundo laboral parece ser irreparable. Cada año egresan de las aulas profesionistas que las empresas no necesitan, con buenos conocimientos, pero pocas habilidades.

Esta situación ya es preocupante para las empresas y empieza a tener un fuerte impacto económico, ya que además de la contratación, invierten fuertes cantidades de dinero en la capacitación y entrenamiento de su personal, sin importar la institución de procedencia.

México está en un grave problema si sigue importando conocimiento, en lugar de generarlo.

### CONCLUSIONES:

Los Ingenieros en Sistemas Computacionales requieren egresar con los factores clave que solicita actualmente el mercado laboral tales como: actitud, presentación, buen desempeño en la entrevista, conocimientos en su área, claridad de los objetivos profesionales y personales, perfil psicométrico, conocimientos de informática, conocimientos de comunicación, área de especialización (en este caso de Alta Dirección), dominio de un segundo idioma, experiencia bicultural, entre otros factores.

Lo anterior conlleva al desempeño eficiente de las funciones directivas, utilizando un razonamiento lógico, con los fundamentos para tomar decisiones acertadas, mediante el liderazgo, la integración de conocimientos, habilidades y aptitudes les será más fácil obtener un puesto directivo en un periodo determinado.

El perfil requerido para los ingenieros está migrando hacia mayores exigencias. Hoy en día las empresas requieren profesionales con conocimientos sólidos en su área de especialidad, pero también con capacidad de comunicarse efectivamente en español e inglés, que puedan conformar equipos multiculturales y con un alto manejo de tecnología; orientación a resultados, con capacidad para trabajar bajo presión y que tengan visión del negocio.

Las empresas más competitivas tienen operaciones globales, por lo que tener habilidades para trabajar con personas de otras nacionalidades da un mayor valor al egresado.

El empleador, requiere a un ingeniero con habilidades y destrezas claras, es decir, que pueda trabajar, diseñar y administrar; que tenga conocimientos sólidos, actuales, bien jerarquizados y con claridad para aplicarlos. Actualmente también espera que el egresado tenga valores e inteligencias tanto social como emocional.



## REFERENCIAS.

Americaeconomia.com. (26 de ABRIL de 2010). *"La principal función de la alta dirección es crear renta económica"* . Obtenido de <http://mba.americaeconomia.com/articulos/entrevistas/la-principal-funcion-de-la-alta-direccion-es-crear-renta-economica>

Fundación Wikipedia, I. (13 de FEBRERO de 2016). *KPMG*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/KPMG>

Gonzalez, M. (01 de ABRIL de 2015). *24 horas el diario sin límites*. Obtenido de <http://www.24-horas.mx/perspectivas-de-la-alta-direccion-en-mexico/>

Hernández, Sampieri, Roberto. (2014). *Metodología de la investigación*, Mc. Graw Hill. 14 edición.

Humanos.com, I. r. (MARZO de 2003). *Definición de alta dirección*. Obtenido de <http://www.losrecursoshumanos.com/definicion-de-alta-direccion/>

S.C., K. C. (s.f.). *Perspectivas de la Alta Dirección en México* . Obtenido de KPMG: <http://www.kpmgmexico.com.mx/perspectivas-2015/index.html#>

Vázquez, Lizarraga, Rosa Isela.(2012) ¿Qué Ingenieros necesita México? Innovación educativa, septiembre-diciembreUranga, o. r. (31 de MAYO de 2012). *Escuela de organizacion industrial* . Obtenido de la alta dirección: parte fundamental en los sistemas de gestión : <http://www.eoi.es/blogs/olatzripoll/2012/05/31/la-alta-direccion-parte-fundamental-en-los-sistemas-de-gestion/>

Uranga, O.R. (31 de mayo de 2012). *Escuela de Organización Industrial*. Obtenido de la Alta Dirección: Parte fundamental en los sistemas de Gestión: <http://www.eoi.es/blogs/olatzripoll/2012/05/31/la-alta-direccion-parte-fundamental-en-los-sistemas-de-gestion/>

## La formación de capital humano en el área económico-administrativa y su impacto para las empresas

M. en D.A.E.S. Martha Elena Rabadán Serrano<sup>1</sup>, M. en A. Verónica Cabrera Molina<sup>2</sup>, M. en C. María del Consuelo Macías González<sup>3</sup>.

**Resumen**— La intención de la presente investigación es acercarnos a la formación de capital humano desde las instituciones de nivel superior; es decir, qué capacidades-habilidades y valores-actitudes se deben potencializar en un futuro profesionista del área económico-administrativa; con la finalidad de egresar seres humanos integrales dotados de las cualidades necesarias para desempeñarse de manera profesional en el campo laboral.

Se realizará un estudio donde se pongan de manifiesto las características o perfil que debe reunir el egresado del área mencionada, a fin de contar con una base que le permita desempeñarse como persona integral en las organizaciones.

Se mostrarán resultados de una prueba piloto aplicada a un grupo de la carrera de Contador Público del TESCOI; donde se analizaron las competencias requeridas por el sector productivo y las marcadas por los organismos internacionales, con el objetivo de planear estrategias que brinden apoyen hacia el logro de la meta.

**Palabras clave**— *Formación, Capital Humano, Competencias, Empresas.*

### Introducción

El asunto del tratamiento e importancia del capital humano en las empresas comenzó después de la Administración Científica de Taylor; en ésta época, el trabajador era visto como simple objeto o máquina, quién podía realizar su trabajo sin motivación alguna, conforme transcurre el tiempo va cambiando la percepción que de él se tiene.

Para Valencia Rodríguez (2005) “El movimiento de las relaciones humanas en la industria comenzó con la investigación del psicólogo australiano, profesor de la Universidad de Harvard, Elton Mayo y sus colaboradores, con una serie de estudios llevados a cabo en la planta de Hawthorne de la Western Electric Company (Estados Unidos), entre 1927 y 1932. Los estudios fueron realizados por un equipo de investigadores que trabajaban en los problemas de productividad, dirigidos por Mayo. Fue ahí que se descubrió el famoso factor humano. Estos trabajos, que se prolongaron hasta 1932, proporcionaron un panorama interesante de la transición de la administración científica hasta el naciente movimiento de las relaciones humanas, caracterizado por el énfasis en la conducta informal de los grupos de trabajo y en los sentimientos, actitudes e interacciones de los trabajadores”

Como plantea Fuentes Bolaños (2010) “Toda educación ha de partir de una fundamentación axiológica. El sistema de valores es la esencia de la educación en su reforzamiento y promoción. Estos valores son los que el individuo va a aportar a la organización, llámese núcleo familiar, empresa o asociación, a fin de hacerla crecer”.

Se mostrarán resultados de una prueba piloto aplicada a un grupo de la carrera de Contador Público del TESCOI, perteneciente al área analizada; donde se analizaron las competencias requeridas por el sector productivo y las planteadas por los organismos internacionales, con el objetivo de planear estrategias que nos apoyen al logro de nuestra meta.

Aunado a lo anterior, se tiene la intención de realizar una propuesta para las empresas con una serie de cursos o actividades por área de desempeño para que el profesionista continúe teniendo capacitación y desarrollo humano ya dentro de ella, y de ésta forma, mantenerse actualizado y a la vanguardia; así mismo, las empresas contarán con personal altamente competitivo incrementando con ello su productividad. Se realizará un estudio donde se pongan de manifiesto las características o perfil que debe reunir el egresado del área mencionada, a fin de contar con una base que le permita desempeñarse como ser humano integral.

<sup>1</sup>M. en D.A.E.S. Martha Elena Rabadán Serrano, es Profesora Asociada “A” Tiempo Completo en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. [martharabadanserrano@yahoo.com.mx](mailto:martharabadanserrano@yahoo.com.mx) (autora corresponsal).

<sup>2</sup>M. en A. Verónica Cabrera Molina, es Profesora Asociada “A” Tiempo Completo en: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli.

<sup>3</sup>M. en C. María del Consuelo Macías González, es Profesora Asociada “A” Tiempo Completo en: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli.

### Descripción del Método

Un primer enfoque se realizará con respecto al análisis de las capacidades-habilidades y valores-actitudes o competencias requeridas por las empresas respecto al personal a ocupar puestos del área económico administrativa y, un segundo enfoque atenderá la elaboración de un estudio y propuesta sobre la capacitación que requiere el personal del área una vez dentro de la empresa, para obtener desarrollo humano.

Todo ello con la finalidad de incrementar el capital humano del profesionista y de las empresas, al ser capaz éste de generar valor agregado y hacer crecer la productividad de aquéllas.

Según Camarena Gallardo (2011:97-98) en el programa Sectorial de Educación de la SEP 2007-2012 se mencionan los elementos que inciden en la calidad y las competencias del nivel superior: fomentar la formación integral de los estudiantes, mejorar continuamente la calidad de la educación, desarrollar en las y los estudiantes competencias para la vida (profesional, laboral y académica), formar valores ciudadanos, desarrollar valores que favorezcan el aprender a aprender, desarrollar habilidades para un desempeño productivo y competitivo en el mercado laboral; derivado de esto, cobra vital importancia el papel del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque ahora el protagonista es el estudiante.

En el marco del aprendizaje significativo, encontramos que con el constructivismo o la construcción de aprendizajes significativos surgen nuevas maneras de entender cómo se realiza el proceso del conocimiento, destacando la participación activa del estudiante en el nivel cognitivo.

Algunas características representativas del constructivismo son las siguientes:

- Entiende el conocimiento como una construcción propia, resultante de factores ambientales y disposiciones internas que se van generando día con día.
- Concibe los acontecimientos como realidades posibles y abiertas; no como hechos definitivos, cerrados y concluidos.
- Propone aceptar diversas posibilidades para interpretar los sucesos.
- Explica la construcción del conocimiento como la elección de un camino entre varias opciones; no como un camino único y predeterminado.
- Establece la posibilidad de construir diversas versiones sobre los hechos al realizar retornos reflexivos.
- Percibe la idea construida sobre los hechos no como un conocimiento acabado, sino como una condición de entendimiento y comprensión; como una aproximación.
- Menciona diversos aspectos como determinantes fundamentales del proceso de construcción: los conocimientos previos, la tarea por resolver, la nueva información y la actividad que realice el estudiante”. (Ortiz Oscoy, 2007).

De lo anterior se deriva que aprender significativamente consiste en darle significado a todo lo que se va conociendo, y relacionarlo con lo que ya sabemos previamente acerca de un tema determinado o de una vivencia. De ésta manera el alumno es responsable de hacer de su aprendizaje algo significativo; pero, también es muy importante contar con la guía o mediación de un externo que utilice las estrategias adecuadas a cada situación en específico dentro del aula o fuera de ella.

“Quizá la teoría que más influye en el aprendizaje colaborativo es la que se enfoca a la interdependencia social que sugirió **Kurt Kofka**, uno de los fundadores de la Teoría de la Gestalt; en términos generales propuso que los grupos eran un todo dinámico en el que la interdependencia entre sus miembros variaba. Esto significa que el efecto de una variable sobre un miembro del grupo repercutía de manera diferente en todo el grupo.

Entre los años veinte y treinta, **Kurt Lewin** refinó esta idea al sugerir que la esencia de un grupo es la interdependencia entre sus miembros, la cual es creada por la existencia de objetivos comunes que da como resultado que un grupo sea un “todo dinámico” que funciona de manera tal, que cualquier cambio en el estado de cualquiera de sus miembros o subgrupo, afecta el estado de cualquier miembro o subgrupo. Y por lo tanto, un estado de tensión intrínseco entre los miembros del grupo, motiva el movimiento hacia el cumplimiento de los objetivos comunes.

A finales de los años cuarenta, **Morton Deutsch** desarrolló las ideas de Lewin y formuló una teoría de la colaboración y la competencia. A su vez, los hermanos **David y Roger Jonhson** ampliaron la obra de Deutsch en

su teoría de la interdependencia social; esta última establece que la forma en la cual se estructura, determina la manera en la que interactúan los individuos. Esta teoría distingue dos tipos de interdependencia desde el punto de vista del aprendizaje: la positiva (colaboración) que da como resultado la interacción promotora en la que las personas estimulan y facilitan los esfuerzos del otro por aprender; y la negativa (competencia) que da como resultado la interacción de oposición. Con base en esta teoría se puede afirmar que si no hay interdependencia no hay interacción, y entonces en un grupo de personas, éstas trabajarían de manera independiente sin manifestar intercambio alguno con los demás.” (UNAM. Grupo Docente Colaborativo).

Respecto a las estructuras y situaciones de aprendizaje que plantea Díaz Barriga, se pueden distinguir tres tipos: la individualista, la competitiva y la cooperativa o colaborativa. (Ver tabla 1).

“Vigotsky dice que el nivel de desarrollo que puede alcanzarse no es un punto estable, sino un amplio y flexible intervalo que está determinado por dos factores: la capacidad de actividad independientemente de cada sujeto, y la actividad imitativa o guiada que se obtenga.” (Ortiz Oscoy, 2007).

Vigotsky "sostiene que las funciones y logros distintivamente humanos se originan en las relaciones que se establecen; el funcionamiento psíquico ocurre gracias a la internalización y transformación de los logros de un grupo. Un concepto clave de Vigotsky es el de la zona de desarrollo próximo (ZDP), que se refiere a aquella situación entendida como, lo que un alumno puede hacer solo, y lo que puede lograr cuando trabaja con la guía de sus instructores. Con base en lo anterior, es indispensable que los alumnos trabajen colaborativamente para que puedan aprender, entender y resolver problemas, ya que la adquisición del conocimiento es producto de un fenómeno social” (UNAM. Grupo Docente Colaborativo).

| <b>Individualista</b>   | <b>Competitiva</b>  | <b>Cooperativa</b>  |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las metas de los alumnos son independientes entre sí.</li> <li>➤ El logro de los objetivos depende del trabajo, capacidad y esfuerzo de cada quien.</li> <li>➤ No hay actividades conjuntas.</li> <li>➤ Lo que importa es el logro y el desarrollo personal, sin tomar en cuenta el de los demás.</li> <li>➤ No hay interdependencia.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los estudiantes piensan que alcanzarán su meta si los otros no alcanzan la suya.</li> <li>➤ Los otros estudiantes son percibidos como rivales y competidores, más que como compañeros.</li> <li>➤ Los alumnos son comparados y ordenados entre sí.</li> <li>➤ El alumno obtiene una mejor calificación en la medida que las de sus compañeros sean más bajas.</li> <li>➤ Son muy importantes el prestigio y los privilegios alcanzados.</li> <li>➤ Existe interdependencia opositora.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las metas de los alumnos son compartidas.</li> <li>➤ Se trabaja para maximizar el aprendizaje de todos.</li> <li>➤ El equipo trabaja junto hasta que todos los miembros han entendido y completado las tareas.</li> <li>➤ Es importante la adquisición de valores y habilidades sociales (ayuda mutua, diálogo, empatía, tolerancia), el control de emociones e impulsos, el intercambio de puntos de vista.</li> <li>➤ Existe interdependencia positiva.</li> </ul> |

**Tabla 1. Características de los tipos de estructuras de aprendizaje.**

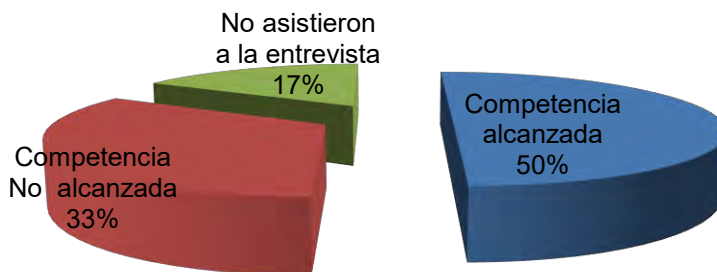
De este modo, el Aprendizaje en Ambiente Colaborativo (AAC) constituye una estrategia que los docentes usan para ayudar a que las y los estudiantes aprendan a aprender, aprendan a hacer, aprendan a ser y aprendan a convivir; con el objetivo de tener un desempeño competente y propositivo en el campo organizacional y generar capital humano en ellos y; a su vez generar valor agregado y competitividad a las empresas.

El objetivo de la prueba piloto aplicada a un grupo de sexto semestre de la carrera de Contador Público del TESCO fue: Que los futuros profesionistas identifiquen las competencias que requiere la empresa Seguros Monterrey New York Life, apoyada para el reclutamiento y selección del personal calificado por la empresa Self Management (empresa líder en la evaluación de competencias). La prueba consistió en que las y los estudiantes

asistieran para calificar en el puesto de **Asesor Financiero**; midiendo así las competencias y en caso de no contar con ellas generar un plan de trabajo para que en los semestres posteriores las logaran; ya que son propias de un Contador Público.

**Comentarios Finales**

Del grupo analizado (30 estudiantes) el 50% obtuvo la calificación de Competencia alcanzada, el 33% obtuvo Competencia no alcanzada y el 17% No asistió a la entrevista. Ver tabla 2.



**Tabla 2. Gráfica con porcentajes de Competencias alcanzadas por el grupo de estudiantes.**

Así mismo, como podemos observar en la tabla 3, los intereses de la compañía Seguros Monterrey New York Life apoyada para el reclutamiento y selección del personal calificado de la empresa Self Management; son acordes a las competencias que deben tener los alumnos de nivel superior tomando en cuenta que es una compañía con presencia internacional y que invierte fuertes cantidades de dinero para contar con tecnología de punta en búsqueda de nuevos talentos para aportar a las empresas seres humanos integrales y competentes.

| COMPETENCIAS PARA ALUMNOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR | COMPETENCIAS REQUERIDAS POR SMNYL                    |
|---|--|
| <b>Responsabilidad</b>                          | Honestidad , Honradez                                |
| <b>Autoconfianza</b>                            | Buena Imagen, sin temor al rechazo                   |
| <b>Capacidad de Resolución de problemas</b>     | S/C  |
| <b>Habilidades Comunicativas</b>                | Facilidad de palabra, capacidad de convencimiento    |
| <b>Razonamiento Critico</b>                     | Análisis financiero                                  |
| <b>Flexibilidad</b>                             | Adaptación al cambio                                 |
| <b>Trabajo en Equipo</b>                        | Trabajo en equipo                                    |
| <b>Iniciativa</b>                               | Iniciativa   |
| <b>Planificación</b>                            | Identificación al esquema de ventas, plan de carrera |
| <b>Innovación / Creatividad</b>                 | S/C  |

**Tabla 3. Relación de Competencias alcanzadas por el grupo de estudiantes.**

Partiendo de la perspectiva del AAC “Cooperar consiste en trabajar juntos para lograr metas y tiene que darse la interdependencia positiva: desde el punto de vista de Jonhson y Jonhson la cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes. En una situación cooperativa, los individuos procuran obtener resultados que son benéficos para sí mismos y para todos los demás miembros del grupo. El aprendizaje cooperativo es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás.” (Díaz Barriga, Fernández Rojas. 2010)

Dentro del AAC existen cinco elementos esenciales que hacen posible el aprendizaje; mediante la creación de las condiciones para lograr el objetivo inicial, el cual es que el estudiante aprenda a aprender, aprenda a hacer, aprenda a ser y aprenda a convivir: 1) La interdependencia positiva; 2) la responsabilidad individual ligada a la del equipo; 3) la interacción estimuladora, que preferentemente debe ser de “cara a cara”; 4) enseñarles a los alumnos el manejo de las prácticas sociales (conocerse y confiar unos en otros, comunicarse de manera precisa, aceptarse y apoyarse, resolver conflictos constructivamente, entre otras más); y 5) la evaluación grupal (capacidades-habilidades y valores-actitudes).

Dentro del TESCO se ha aplicado, de manera parcial, el Modelo “T” de Martiniano; el cual constituye “un recurso didáctico visual que permite apreciar claramente los elementos importantes del curriculum como son los contenidos temáticos, los métodos de aprendizaje, las capacidades-habilidades y los valores-actitudes, para planear estrategias de aprendizaje ya sea por sesión de clase, por tema, por unidad o para un curso” (UNAM. Grupo Docente Colaborativo).

Aunado a lo anterior, se tiene la intención de realizar una propuesta para las empresas con una serie de cursos o actividades por área de desempeño para que el profesionista continúe teniendo capacitación y desarrollo humano ya dentro de ella, y de ésta forma, mantenerse actualizado y a la vanguardia; así mismo, las empresas contarán con personal altamente competitivo incrementando con ello su productividad. Se pretende implementar más a fondo el tema del AAC dentro del TESCO para favorecer el desarrollo de competencias en los estudiantes con docentes mejor preparados y capacitados para enfrentar los retos que nos presenta el modelo educativo basado en competencias. Se darán cursos de capacitación, incluso un diplomado.

### **Conclusiones**

No cabe duda que la enseñanza debe individualizarse, en el sentido de permitir a cada estudiante trabajar con independencia y a su propio ritmo; pero es necesario promover la colaboración y el trabajo grupal (interdependencia positiva); ya que éste establece mejores relaciones con los demás alumnos, fortaleciendo con ello los valores, pueden aprender más, se sienten más motivados y comparten capacidades y habilidades sociales al estudiar, aprender y trabajar en grupos cooperativos. Se ha encontrado que el trabajar en ambiente colaborativo tiene efectos positivos en el rendimiento académico de los participantes, en las relaciones socioafectivas que se establecen entre ellos y en los productos del aprendizaje y tamaño del grupo.

Es muy importante establecer alianzas estratégicas con el sector productivo que nos permita identificar los requerimientos y formar a nuestros estudiantes enfocados a tener un excelente desempeño en el campo laboral.

Una vez identificadas las áreas de oportunidad de las y los estudiantes debemos fortalecerlas con actividades dentro del plan de estudios o extra curriculares. Desarrollo de programas de actividades complementarias enfocadas a lograr autoconfianza, trabajo en equipo o grupos colaborativos, habilidades comunicativas y planeación de vida y carrera.

El docente debe contar con actitud positiva para la adecuación de las estrategias y propiciar el trabajo colaborativo; es decir, aplicar estrategias que propicien que el estudiante aprenda a aprender, no solo del docente o de los libros, sino también de los mismos compañeros que tienen una visión diferente a la de él y con esto lograr un panorama integral de cada tema abordado. También se debe lograr que el estudiante aprenda a hacer, aprenda a convivir y aprenda a ser; no debemos perder de vista, que sin estos pilares de la educación no se puede tener egresados competitivos en el campo organizacional.

## Referencias

1. CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2015. Índices de Desarrollo Humano, 2015. México. Consultado en: <http://www.gob.mx/conapo>.
2. Delval, J. (2002). Aprender en la vida y en la escuela. S XXI de España editores.
3. Delval, J. (2002). El Desarrollo Humano. S XXI de España editores.
4. Díaz Barriga, F., Hernández Rojas, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Tercera edición. Mc Graw Hill.
5. Fuentes Bolaños. C.E. (2010) El sentido del desarrollo humano en la organización. Recuperado el día 12 de Mayo de 2016 de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-12591999000100005](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-12591999000100005)
6. Gómez P.J., et. al., (2013). Compiladores e instructores, Manual del 4º Diplomado en Desarrollo de Competencias Docentes en Ambiente Colaborativo. Coordinación de Actualización Docente de la Facultad de Química. Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo, UNAM, México.
7. Hernández Gracia, T.J., González Cano, M., Mendoza Austria, F.M., Soberanes Rivas, L.T., De la Fuente Islas, A.H. (2012). Formación de capital humano empresa-universidad. Recuperado el día 12 de Mayo de 2016 de [http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4850/formacion\\_capital\\_humano.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4850/formacion_capital_humano.pdf)
8. [http://sincronia.cucsh.udg.mx/pdf/2013\\_a/mercedes\\_chong\\_n62\\_2012.pdf](http://sincronia.cucsh.udg.mx/pdf/2013_a/mercedes_chong_n62_2012.pdf) (Consultado el 13/Julio/2014)
9. [http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/cursos\\_diplo/diplomados/cch\\_vallejo\\_col3/00/04\\_material\\_didactico/archivos/Lectur\\_d\\_idac\\_cch/doc%202.pdf](http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/diplomados/cch_vallejo_col3/00/04_material_didactico/archivos/Lectur_d_idac_cch/doc%202.pdf) (Consultado el 14/Marzo/2014).
10. [http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/cursos\\_diplo/diplomados/cch\\_vallejo\\_col3/00/04\\_material\\_didactico/archivos/Lectur\\_d\\_idac\\_cch/doc%202.pdf](http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/diplomados/cch_vallejo_col3/00/04_material_didactico/archivos/Lectur_d_idac_cch/doc%202.pdf) (consultado el 14 de marzo del 2014).
11. Liquidano Rodríguez, M.C. (2006) El administrador de recursos humanos como gestor del talento humano. Sus competencias y la relación con las prácticas de administración de recursos humanos. Recuperado el día 12 de Mayo de 2016 de <http://www.redalyc.org/revista.oa>
12. Mejía-Giraldo, A., Bravo-Castillo, M., Montoya-Serrano, A. (2013). El factor del talento humano en las organizaciones. Recuperado el día 12 de Mayo de 2016 de <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v34n1/rii02113.pdf>
13. Ortíz Oscoy, B. E. (2007). Estrategias de enseñanza. Programas de apoyo a proyectos institucionales para el mejoramiento de la enseñanza. México. UNAM, Plaza y Valdez editores y Escuela Nacional de Trabajo Social.
14. Pimienta Prieto, J. H. (2008). Constructivismo. Estrategias para aprender a aprender. Tercera edición. México. Pearson Prentice Hall.
15. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) López-Calva, L.F., Vélez Grajales, F. Estudios sobre desarrollo humano. El concepto de desarrollo humano, su importancia y aplicación en México. PNUD México No. 2003-1. Recuperado el 10 de junio del 2016 en: <http://sic.conaculta.gob.mx/documentos/1007.pdf>.
16. Valencia Rodríguez, M. (2005). El Capital Humano, otro activo de su empresa. Recuperado el día 12 de Mayo de 2016 de <http://www.redalyc.org/pdf/2654/265420471004.pdf>

## Notas Biográficas

**M. en D. y A. E. S. Martha Elena Rabadán Serrano**, Egresada de la UNAM como Lic. En Contaduría, tiene Maestría en Docencia y Administración de la Educación Superior, actualmente es Profesora Asociada "A" Tiempo Completo, en el Tecnológico de Estudios Superiores Cuautitlán Izcalli, ha publicado artículos sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel superior.

**M. en A. Verónica Cabrera Molina**, es Profesora Asociada "A" Tiempo Completo en: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli.

**M. en C. María del Consuelo Macías González**, es Profesora Asociada "A" Tiempo Completo en: Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli.

# CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS DE FTO DEPOSITADOS POR ROCÍO PIROLÍTICO

Raquel Ramírez Amador<sup>1</sup>, Salvador Alcántara Iniesta<sup>2</sup>, Juan Balcón Camacho<sup>1</sup>, Ogilver Teniza García<sup>1</sup>, Julio Rodríguez González<sup>1</sup>, Eduardo Mercado Aguilar<sup>1</sup>.

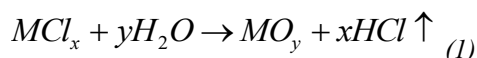
**Resumen**— Este trabajo reporta un estudio comparativo de películas de óxido de estaño depositadas por la técnica de Rocío Pirolítico, usando como precursores tetracloruro de estaño pentahidratado, y como solvente metanol. Las películas fueron depositadas sobre substratos de vidrio a una temperatura de 460°C, con una relación de F/Sn=0, 0.3, 0.5, 0.65, 0.85 y 1. Los patrones difracción revelan que las películas de FTO presentan una red tetragonal rutilo con una dirección preferencial en (200). El espesor de las películas se midió a partir de las gráficas de transmitancia, obteniendo espesores en el rango de 430-520nm y una transmitancia de aproximadamente un 82%. La resistencia de capa calculada está dentro del orden de 8-20 ( $\Omega/\square$ ). Las películas de FTO presentan propiedades interesantes que permiten pueda ser utilizado en la fabricación de diversos dispositivos optoelectrónicos.

**Palabras clave**— SnO<sub>2</sub>, FTO, transmitancia, resistencia de capa.

## Introducción

El óxido de estaño impurificado con Flúor (FTO-SnO<sub>2</sub>:F) es uno de los primeros óxidos conductores transparentes que ha recibido mayor uso industrial debido que presenta excelentes propiedades que le permiten ser empleado en diversas aplicaciones como en sensores de gas, conductor transparente para celdas solares, piezoeléctrico, etc. El FTO es un semiconductor que presenta una banda óptica de 3.8eV a 4.6 eV y una frecuencia de plasma de 1.6 $\mu$ m. Los elementos que se utilizan para la fabricación de estas películas son abundantes en la naturaleza y de bajo costo. La conductividad de estas películas depende del proceso de fabricación, ya que dependiendo de la técnica es posible aumentar o disminuir la conductividad. De ahí que existen diversas técnicas para el depósito de éstas, entre las más comunes encontramos: Depósito de Vapor Químico, Rocío Pirolítico, Evaporación, Sol Gel, entre otras. Cada técnica presenta ventajas y desventajas, pero si se sabe que una de las técnicas más sencillas y económicas es la de Rocío Pirolítico Ultrasónico (Ramírez et al., 2011).

La técnica de Rocío Pirolítico se basa en la descomposición pirolítica de un compuesto metálico disuelto en una mezcla cuando este es rociado sobre un substrato precalentado. El método depende de la hidrólisis en la superficie, el cloruro del metal sobre la superficie del substrato, según la reacción (Badaway et al., 1983)



Donde M es algún metal principal como: Sn, In, Zn. Entre otros. Las películas crecidas en substratos menores a 300°C son de naturaleza amorfa, mientras que a temperaturas más altas, se forman películas policristalinas. Para obtener películas con buena conductividad, es fundamental que sea eliminada la oxidación completa del metal agregando un compuesto apropiado, tales como: propanol o alcohol etílico. Los productos de descomposición de materiales orgánicos conducen a reducir el óxido de las películas y crean vacancias de aniones. Temperaturas de substrato altas incrementan la velocidad de depósito y favorecen la reducción química (vacancias de aniones). El tipo y la cantidad de materiales orgánicos mezclados con los cloruros metálicos determinan la cantidad de reducción. (Chopra et al., 1983)

## Descripción del Método

### *Técnica de Rocío Pirolítico Ultrasónico*

La técnica de Rocío Pirolítico Ultrasónico consiste en sintetizar películas delgadas sobre un substrato caliente, a partir de la pirólisis (descomposición por efecto del calor) de la nube de la solución precursora. La solución es convertida en una nube de diminutas burbujas de vacío (cavitación), a través de las vibraciones ultrasónicas generadas por un actuador piezoeléctrico, excitado por una señal eléctrica alterna (Alcántara et al., 2008). La intensidad, amplitud y frecuencia de esta vibración, determinan la energía transmitida por unidad de superficie. El actuador es una placa

<sup>1</sup> Profesores de la carrera de Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Puebla, México. [newraq77@hotmail.com](mailto:newraq77@hotmail.com)  
(autora corresponsal)

<sup>2</sup> Investigador del Centro de Investigaciones en Dispositivos Semiconductores del Instituto de Ciencias de la BUAP.



circular de cerámica piezoeléctrica con electrodos metálicos en ambas caras de la placa; este se encuentra en el fondo de un recipiente con agua, donde una de sus caras está expuesta. Dentro de este recipiente se introduce un matraz con la solución precursora (Figura 1); este se coloca en el foco del geiser provocado por la vibración, donde es generada la nube de la solución química, debido a las vibraciones generadas en la superficie del líquido, de este modo, las dimensiones de las burbujas en la nube, dependen de la naturaleza del líquido y de la frecuencia del actuador ultrasónico; a mayor frecuencia, menor diámetro de las burbujas (Alcántara et al., 2008). Por medio de aire introducido al matraz se transporta la nube por otra boca hasta llevarlo sobre el sustrato caliente que se encuentra a la temperatura de depósito deseada. (Langlet et al., 1993)

En el sustrato sobre el calefactor se lleva a cabo la reacción pirolítica (reacción química heterogénea vapor-sólido), la cual toma lugar gracias a que el sustrato se mantiene a cierta temperatura fija elevada. El sistema de calentamiento del sustrato es un parámetro importante, ya que determina críticamente la homogeneidad de la temperatura de la superficie del sustrato. Al salir la nube por el aplicador hacia el sustrato caliente la mayoría de los solventes son evaporados y el material en la cercanía inmediata al sustrato se evapora y desarrolla la cinética de la reacción química, que depende de la naturaleza de los componentes de la solución y de la temperatura superficial del sustrato (Severino et al., 2005).

### Sistema de Rocío Pirolítico Ultrasónico

En este sistema de depósito se distinguen cinco parámetros determinantes en la calidad de las películas obtenidas: 1) Tiempo de depósito ( $t_d$ ), 2) Temperatura de depósito ( $T_d$ ), 3) Flujo de gas portador ( $F_{gp}$ ), 4) Distancia de la boquilla al sustrato ( $D_b$ ) y 5) Concentración en la solución precursora ( $C_{sp}$ ). (Youngjin, et al., 1983)

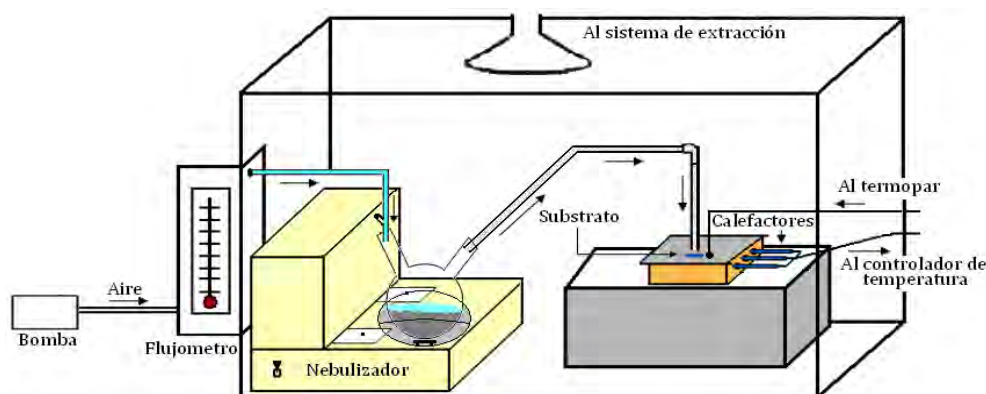


Figura 1. Esquema del sistema de rocío pirolítico utilizado para el depósito de películas  $\text{SnO}_2\text{:F}$ , instalado en el laboratorio de películas delgadas de la UTH (Universidad Tecnológica de Huejutzingo).

De la figura 1, se pueden observar algunos componentes principales como la bomba de aire, cuyo flujo es regulado por una válvula continua y medido con un flujómetro Omega FL-1804, un matraz de dos bocas que contiene la solución precursora, un nebulizador ultrasónico Healty Sorce Elite, para generar la nube de la solución precursora, un calefactor de cerámica para calentar al sustrato a temperatura de depósito, y una boquilla de cuarzo como aplicador. Para verificar la temperatura deseada de crecimiento, se utilizó un termopar tipo K en contacto con la parrilla de cerámica, con lo cual se obtiene una lectura de la temperatura precisa; el calefactor se reguló con un control digital YUYAO XMTG-808 con variación de  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Se emplearon boquillas de cuarzo con diámetro de 1.6cm, para evitar contaminación de impurezas al transportar la nube al sustrato; estas fueron preparadas con ácido fluorhídrico al 10% y agua desionizada.

### Condiciones de depósito

Para la obtención de las películas de óxido de estaño impurificadas con flúor se encuentran varios compuestos fuente; para el óxido de estaño los compuestos más comunes que encontramos son Cloruro de estaño ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y el Tetracloruro de estaño pentahidratado ( $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). En el presente trabajo se utilizó el segundo precursor ya que al utilizarlo para depositar películas por esta técnica presenta mejores resultados, como disolventes se utilizaron etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) y agua desionizada ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Para impurificar la solución con flúor se utilizó éste en forma de fluoruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{F}$ ), además se empleó ácido clorhídrico para lograr una disociación completa del compuesto fuente. En la tabla 1, se muestran las características de los compuestos fuente que se utilizaron (Ramírez, 2004).

| Compuesto                             | Pureza | Peso Fórmula (FW) | Marca            |
|---------------------------------------|--------|-------------------|------------------|
| SnCl <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O | 99.4%  | 350.58 g/mol      | Cía. J.T. Backer |
| NH <sub>4</sub> F                     | 99.5%  | 37.04 g/mol       | Cía. J.T. Backer |
| H <sub>2</sub> O                      |        | 18.016 g/mol      |                  |
| CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH    | 99.9%  | 46.07 g/mol       | Cía. J.T. Backer |
| HCl                                   |        | 36.46 g/mol       | Cía. J.T. Backer |

**Tabla 1.** Características de los compuestos empleados para el depósito de películas de FTO.

En este trabajo se empleó una concentración molar de 0.2M de estaño, debido a que para esta concentración se han reportado excelentes características ópticas y eléctricas en las películas de óxido de estaño (Aguilar, 1999) la ecuación que se utilizó para realizar el cálculo es:

$$M\left(\frac{\text{mol}}{L}\right) \times FW\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times V(L) = \text{Masa}(g) \quad (2)$$

Para obtener la concentración de flúor, partir de la relación de estaño se utilizó la ecuación:

$$C = \frac{[F^-]}{[Sn - \text{iones}]} \quad (3)$$

En nuestro caso se realizaron diversos depósitos de películas de FTO a diferentes concentraciones de flúor y también a diferentes temperaturas, las condiciones de depósito se muestran en las tablas 2. Las condiciones de depósito se pueden manipular para producir películas de diferente uniformidad, transparencia, espesor y resistencia de capa.

**Tabla 2.** Rangos de operación del sistema Rocío Piroclítico Ultrasónico.

| Parámetro                            | Rango de operación |
|--------------------------------------|--------------------|
| Distancia de la boquilla al sustrato | 1-1.5 cm           |
| Temperatura del sustrato             | 450-460 °C         |
| Flujo del gas portador               | 328 a 492 ml/min   |
| Tiempo de depósito                   | 90-180 segundos    |
| Relación de la concentración de F/Sn | 0,0.35,0.5,0.65    |

Los sustratos que se emplearon para las películas son: portaobjetos (vidrio) de la marca corning de 2,5cm x2.5com, silicio con orientación (100) de 2cm x 2cm y Zafiro con diámetro de 0.9cm, los cuales nos sirven para medir la transparencia, espesor y la banda prohibida de las películas respectivamente. La limpieza de los sustratos se realizó con solución 1:3 de peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico, después con ácido fluorhídrico al 10% y finalmente, con agua destilada en una cubeta de limpieza ultrasónica. En ambos sistemas de depósito se distinguen cinco parámetros determinantes en la calidad de las películas obtenidas: distancia de la boquilla al sustrato, temperatura del sustrato, flujo del gas portador, tiempo de depósito y concentración de la solución precursora.

### Resultados Experimentales

Se depositaron varias películas en un rango de 450<sup>o</sup>C-465<sup>o</sup>C, con diferentes relaciones de F/Sn=0,0.35, 5, 0.65, 0.85 y 1. La cantidad de solución empleada para cada película fue alrededor de 10ml. El espesor de las películas (*t*) fue medido usando un perfilometro Alpha Step 200 and using el método de Manificier, la resistencia de capa ( $\Omega$ /sq) se midió por el método de cuatro puntas con el equipo Keithley, para medir la transmitancia (T) de las películas se utilizó el espectrofotómetro Agilent 8453 UV-visible, la caracterización estructural se realizó con difractómetro de rayos X AXS D8 Advance y la morfología se observó con el microscopio de fuerza atómica Jeol JSPM-4310.

### Caracterización estructural y morfológica

Las mediciones de rayos X se muestran en la figura 2(a), las cuales fueron realizadas en sustratos de vidrio para diferentes concentraciones de flúor y se muestran solo las más significativas, en los patrones de difracción de estas películas se puede observar que la intensidad del pico de difracción en las películas de SnO<sub>2</sub>:F, es menor conforme se incrementa la concentración o disminuye la concentración de flúor en la red del SnO<sub>2</sub>, siendo el plano preferencial (200). Si bien el pico con mayor intensidad esta en (200), otros picos con menor intensidad se presentan en (110),

(101), (211), (310) y (301), lo que indica que la mayoría de los cristales están orientados en el plano (200). Cabe mencionar que todas estas orientaciones pertenecen a la estructura de SnO<sub>2</sub> que es una estructura tetragonal rutilo (Blandenet et al., 1981) a partir de la técnica de XRD se observa que las películas de SnO<sub>2</sub>:F, exhiben la misma estructura, esto se debe a que el radio iónico de flúor (1.33Å) es casi igual que el del oxígeno (1.40Å), ya que al llevarse la sustitución de los átomos de oxígeno por los de flúor, la estructura no es afectada y permanece casi igual. El tamaño de cristal de estas películas se midió a partir de los parámetros de XRD, utilizando la fórmula de Scherrer, en donde el tamaño de cristal vario de 15nm a 25nm aproximadamente. Con lo que se puede ver que las muestras con una relación de F/Sn = 0.5 presentan un el tamaño de grano más grande y mayor intensidad en los patrones de difracción de rayos X.

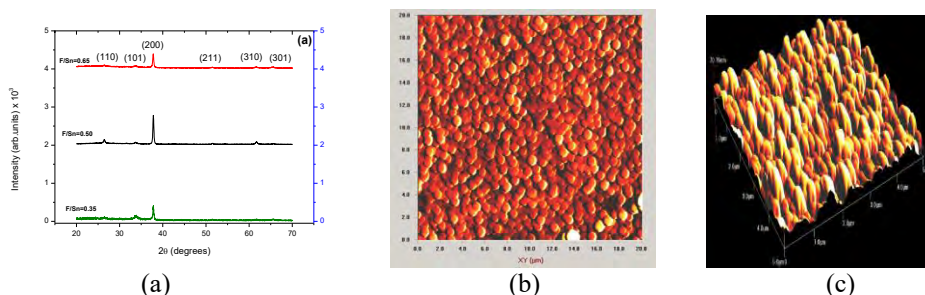


Figura 2. Resultados de mediciones de películas FTO (a) Patrones de difracción de rayos X para diferentes proporciones de de F/Sn (b) Imágenes de tomada con microscopio de fuerza atómica para F/Sn=0.5 (c) Imagen de AFM en 3D para una relación de F/Sn=0.5 en un área de escáner de 5x5μm<sup>2</sup>.

Para analizar la morfología superficial de las películas se tomaron imágenes de éstas con el microscopio de fuerza atómica (MFA, por sus siglas en inglés) (figura 2(b) y 2(c)), donde nos podemos dar cuenta que estas películas son policristalinas y que presenta granos en forma octaedros conectados por los bordes, que son característicos de la estructura cristalina rutilo (Carp et al., 2004). La rugosidad rms de las películas varia de 8nm a 20nm, presentándose la menor rugosidad en películas con una relación de F/Sn=0.5. Es primordial obtener películas delgadas con baja rugosidad, ya que la eficiencia de conversión en celdas solares depende fuertemente de la rugosidad de las películas que componen a los dispositivos (Tsuji et al., 2000). La rugosidad rms de las películas obtenidas en este trabajo es similar a las reportadas por otros grupos de investigación (Malik et al., 2015)

### Caracterización óptica

Se realizan mediciones de transmitancia de las películas depositadas sobre vidrio a diferentes concentraciones de flúor se presentan en la figura 2(b), donde se puede ver que la transmitancia de las películas es mayor al 80% en el espectro visible. A partir de la gráfica del espectro de transmitancia en vidrio, se calcula el índice de refracción de la película (*n*), por el método Manifacier, empleando las ecuaciones (Manifacier et al., 1979):

$$n = [N + (N^2 - n_0^2 n_1^2)^{1/2}]^{1/2} \quad (4)$$

$$\text{Donde: } N = \frac{n_0^2 + n_1^2}{2} + 2n_0 n_1 \frac{T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}}{T_{\text{máx}} T_{\text{mín}}} \quad (5)$$

Donde *n*<sub>0</sub> es el índice de refracción del aire y su valor es 1, *n*<sub>1</sub> es el índice de refracción del vidrio, el cual es 1.5, *T*<sub>mín</sub> y *T*<sub>máx</sub> es la transmitancia mínima y máxima respectivamente, a una misma longitud de onda. Una vez que se tiene el índice de refracción de la película, se determina su espesor por medio de la ecuación:

$$t = \frac{M\lambda_1\lambda_2}{2n[\lambda_2 - \lambda_1]} \quad (6)$$

*M* es el número de oscilaciones entre los dos extremos, *λ*<sub>1</sub> y *λ*<sub>2</sub> son las longitudes de onda de los dos extremos; *λ*<sub>1</sub>=300 nm y *λ*<sub>2</sub>=810 nm, obteniendo espesores un rango de 435 a 520nm, donde podemos apreciar que películas con

mayor transmitancia son las depositadas con una relación cercana de F/Sn=0.5 y las de menor transparencia son las películas con concentraciones de flúor o muy chicas o muy altas.

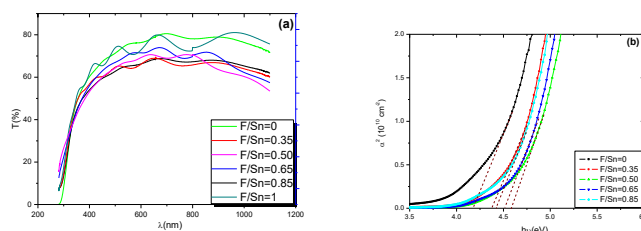


Figura 3. Resultados de mediciones de películas FTO para diferentes proporciones de de F/Sn. (a) Patrones de difracción de rayos X (b) Espectros de transmitancia (c) Variación del coeficiente de absorción ( $\alpha$ ) con la energía del fotón.

Por otro lado, se realizan mediciones de transmitancia sobre sustratos de zafiro; se calcula la variación del coeficiente de absorción con la energía del fotón para las películas que presentan transiciones directas de banda a banda, utilizando la ecuación [Shanthi et al., 1982]:

$$\alpha = A(h\omega - E_g)^{1/2} \quad (7)$$

donde  $E_g$  es la diferencia entre la banda de conducción y la banda de valencia a una misma longitud de onda,  $h\omega$  es la energía del fotón, y  $A$  es una constante. A su vez, el coeficiente de absorción esta dado en función de la transmitancia y el espesor de las películas, por la relación:

$$\alpha = \frac{1}{d} \ln \frac{(1-R)^2}{T} \quad (8)$$

$R$  es el coeficiente de reflexión, y esta dado por la relación:

$$R = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2 \quad (9)$$

En este caso índice de refracción de las películas de FTO es cercano a 1.9, obteniendo  $R=0.081$ , una vez obteniendo dichos parámetros se calcula la banda prohibida a partir de la grafica de  $\alpha^2$  vs  $h\omega$ , cuando  $\alpha=0$ , es decir en el momento en que los fotones no son absorbidos ( $h\nu < E_g$ ), trazando una línea recta, como se puede ver en la figura 2(c). La banda prohibida para películas depositadas para diferentes relaciones de F/Sn, las películas que presentan una banda prohibida mayor son aquellas que están cercanas a la relación de F/Sn=0.5, lo que significa que la absorción se da a longitudes de onda más cortas, después a longitudes de onda más grandes se incrementa la transparencia, donde se puede observar que la banda prohibida de las películas están en el orden de 4.2 eV a 4.6eV.

**Caracterización eléctrica**

La caracterización eléctrica de las películas consistió en mediciones de resistencia de hoja ( $R_s$ ), usando el método de las cuatro puntas. Los valores obtenidos de las películas para diferentes concentraciones de flúor varían desde 8.3 a 20  $\Omega$ , en donde la resistencia de capa con menor valor es para las películas con una relación de F/Sn=0.5. La reducción de  $R_s$  puede ser atribuido a un incremento en la concentración de portadores libres debido a la incorporación del elemento impurificante.

| Technical | % F/Sn | Grain size(nm) | Roughness | $\rho$ ( $\Omega$ cm) | $T_{average}$ | $R_{\square}$ ( $\Omega / \square$ ) | $\phi_{TC}$ ( $10^{-3}$ ) |
|-----------|--------|----------------|-----------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------------|
| USP       | 0.35   | 12.31          | 18        | $1.87 \times 10^{-5}$ | 0.8578        | 4.1                                  | 56                        |
|           | 0.50   | 14.48          | 6.4       | $5.5 \times 10^{-6}$  | 0.8724        | 1.3                                  | 86                        |
|           | 0.65   | 20             | 20.6      | $2.93 \times 10^{-5}$ | 0.8123        | 6.6                                  | 33                        |

### Conclusiones

En este trabajo se presentaron los resultados de la caracterización eléctrica, óptica, estructural y morfológica de películas de óxido de estaño dopadas con flúor, donde se pudo observar que la orientación preferencial de las películas es la (200), aunque existen otras orientaciones pero que no nos las que predominan, con lo que se puede concluir que las películas son policristalinas, además se pudo ver que el crecimiento de las películas es uniforme y que los cristales crecidos son en forma de octaedros conectados en los bordes son característicos de una estructura cristalina, que es la que presenta el óxido de estaño. Al realizar la caracterización óptica de las películas se pudo ver que presentan un transmitancia mayor al 80% en el espectro UV-VIS lo que es aceptable para poderlos utilizar en aplicaciones optoelectrónicas, a su conductividad eléctrica se midió a partir de la resistencia de capa la cual alrededor de 8, y es aceptable para aplicaciones. Todas estas características como permiten que estas películas puedan ser empleadas en la fabricación de celdas solares por su uniformidad, alta transparencia y conductividad que presentan.

### Agradecimientos

R. Ramírez Amador agradece el apoyo brindado por el Dr. Román Romano Trujillo y el Dr. Gregorio García Carrasco del CIDS-BUAP, las aportaciones hechas para la realización de este trabajo. Al director de carrera de mecatrónica: Ing. Arturo B. Vásquez Ortiz y Secretario Académico: MA. Julio F. Curioca Vega de la Universidad tecnológica de Huejotzingo por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

### Referencias

- Alcántara I.Salvador, Soto C, L B Susana. Antonio Ortega J. (2008). Películas de ZnO piezoeléctricas depositadas por Spray Pirolisis US. *Superficies y Vacío* 21(4) 6-9.
- Badaway W. Decker F, Doblhofer K. *Solar Energy Materials*. 8, (1983.), 363.
- Blandenet, M. Court and Y. Lagarde, *Thin Solid Films* 77(1981) 81-90.
- Carp, O., Huisman, C. L., & Reller, A. (2004). Photoinduced reactivity of titanium dioxide. *Solid State Chemistry*, 33-177.
- Chaudhuri U, K. Ramkumar and M. Satyam, *J. Appl.Phys.* 66 (1989) 1748.
- Chopra K.L, Major S, Pandya D.K. *Thin Solid Films*,102(1983), 1-46.
- Flores-Carrasco G. &, Alcántara-Iniesta S. (2014) Propiedades estructurales, ópticas y eléctricas de películas de SnO<sub>2</sub> y SnO<sub>2</sub>:F depositadas por rocío pirolítico ultrasónico. *Superficies y Vacío* 27(4) 126-132.
- Langlet M and J.C. Joubert in *Chemistry of Advanced Materials*, edited by C.N.R. Rao, Blackwell Science, Oxford, England, 1993, p. 55.
- Miguel Ángel Aguilar Frutis, Tesis Doctoral, CINVESTAV-IPN, México, D. F., (1999).
- Mooney J.B. y Reading SB. *Ann. Rev. Mater. Sci.* 12,(1982), 81-101.
- Malik O. Hidalgo W. F.J and Ramirez A.R. *Fluorine-doped tin oxide films with a high figure of merit fabricated by spray pyrolysis*, *J. Mater. Res.*, (2015).
- Manificier JC. Szepessy L, Bresse JP, Stuck R. *Mater. Res. Bull.* 14, 109, (1979),163.
- Ramírez Amador Raquel, Tesis de Maestría, INAOE, Puebla, México, (2004)
- Ramírez A, Raquel, Alcántara I. Salvador. *Estudio de las propiedades eléctricas, ópticas, estructurales y morfológicas de películas de SnO<sub>2</sub>* Primer Congreso de Innovación Tecnológica en Electromecánica, Computación y Negocios, Tulancingo, Hidalgo, México, 2011.
- Sanjay Banerjee (2000). *Solid State electronic Devices* (5th edition edición). New Jersey: Prentice Hall. p. 524.
- Severino Muñoz-Aguirre, Takamichi Nakamoto and Toyosaka Moriizumi. (2005) "Study of Deposition of Gas Sensing Films on Quartz Crystal Microbalance Using an Ultrasonic Atomizer", Physical Electronics Department, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152- 8552, Japan.
- Shanthi E. Banerjee y Chopra K.L. *Thin Solid Films*, 88, (1982), pag 93-100
- Tsuji, M., y cols (2000). Characterization of CdS thin-film in high efficient CdS/CdTe solar cells, *Japanese Journal of Applied Physics*, 39, 3902-3906.
- Youngjin Lee, Hagbong Kim1 and Yongrae Roh2, Deposition of ZnO Thin Films by the Ultrasonic Spray Pyrolysis Technique, *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 40 (2001) 2423-2428.

# FACTORES QUE DETERMINAN LA LIXIVIACIÓN DE METALES PESADOS EN LODOS RESIDUALES

Mariana Sarahi Ramírez Avalos<sup>1</sup>, Dra. Nancy Verónica Pérez Aguilar<sup>2</sup>  
y Dra. Antonia Martínez Luévanos<sup>3</sup>

**Resumen**— Este artículo presenta resultados del estudio de lixiviación de metales pesados contenidos en lodos industriales. Los metales lixiviados representan un riesgo de contaminación del suelo y de cuerpos de agua debido a su toxicidad, siempre y cuando su concentración exceda los límites sugeridos en las normas vigentes. Se obtuvieron tres lodos que se identificaron como S1, S2 y S3, los que se caracterizaron por FRX para identificar y medir la concentración inicial de metales pesados. Posteriormente se determinó el tipo de mezclador, la velocidad de agitación, el reactivo lixivante y la cinética de lixiviación que favorecen la lixiviación de los metales pesados contenidos. Los ensayos de lixiviación se realizaron con la relación L/S = 2 ml/g. Los resultados mostraron que el metal con mayor facilidad para lixiviarse fue el cromo, seguido de plomo y finalmente arsénico. Los factores que favorecieron la lixiviación fueron la concentración del lixivante y la velocidad de agitación.

**Palabras clave**—Lixiviación, Metales pesados, Cinética de lixiviación, Lodos industriales.

## Introducción

En México, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) estima la generación de residuos industriales peligrosos (RIP) en 1.9 millones de toneladas anuales. Un manejo inadecuado o la disposición no controlada de estas sustancias implica serios riesgos de contaminación ambiental, principalmente por el escurrimiento de lixiviados hacia cuerpos de agua y al suelo. Un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente es aquel que contiene concentraciones elevadas de metales pesados, siempre y cuando se demuestre que el lixiviado rebasa los límites permitidos para arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio, plata, plomo y/o selenio (NOM-052-SEMARNAT-2005).

La percolación del agua de lluvia a través de los residuos produce escurrimientos conocidos como lixiviados, que disuelven o suspenden los componentes tóxicos contenidos y los arrastran fuera de los sitios de depósito (Renou et al., 2008). Para reducir este riesgo, se recomienda que los residuos sean procesados por tratamientos físicos o químicos apropiados, para transformar dichos residuos en especies inertes o de menor peligrosidad. En la literatura se reportan varios trabajos que demuestran que el tratamiento fisicoquímico con ácidos fuertes es una tecnología ampliamente utilizada para remover metales pesados contenidos en lodos, suelos, o en general, materiales sólidos contaminados con estos elementos. Bisone et al. (2012) reportaron la extracción de cadmio (17 mg/Kg), cobre (3,350 mg/Kg), plomo (631 mg/Kg) y zinc (3,000 mg/Kg), de la fracción fina de un suelo contaminado con estos metales. Para ello utilizaron soluciones de ácido sulfúrico y reportaron eficiencias de remoción variables, desde 40 hasta 90%. En otro estudio, Alghamni et al., (2015) reportaron el equilibrio y la cinética de lixiviación de cobalto, arsénico y mercurio de un suelo contaminado, utilizando soluciones de ácido clorhídrico. Los datos cinéticos los analizaron con diferentes modelos encontrando que el modelo de Elovich describió el comportamiento de los datos experimentales de manera adecuada. En esta investigación se planteó establecer las condiciones favorables de velocidad de agitación, concentración de lixivante y velocidad de agitación, necesarios para la lixiviación de metales contenidos en muestras de lodos industriales. Estos parámetros permitirían escalar los experimentos de laboratorio a una instalación en escala piloto.

## Descripción del Método

### *Caracterización de Muestras.*

Se recolectaron tres muestras de lodos residuales que posiblemente contenían metales pesados. Las muestras se identificaron como M1, M2 y M3. La apariencia de las muestras fue diferente entre sí, M1 era un material de partículas sólidas de color rojo, café y amarillo, con olor característico y granulometría heterogénea, con partículas finas y aglomerados de varios centímetros. La muestra M2 era un sólido pastoso de color café rojizo, con alto contenido de humedad y olor característico; por su parte la muestra M3 era un material sólido granular de color gris

<sup>1</sup> Mariana Sarahi Ramírez Avalos es egresada de Ingeniería Química por la Universidad Autónoma de Coahuila, México. [anairam.19@live.com.mx](mailto:anairam.19@live.com.mx)

<sup>2</sup> La Dra. Nancy Verónica Pérez Aguilar es Profesora Investigadora de Ingeniería Química en la Universidad Autónoma de Coahuila, México [nancyperez@uadec.edu.mx](mailto:nancyperez@uadec.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Antonia Martínez Luévanos es Profesora Investigadora de Licenciado en Químico en la Universidad Autónoma de Coahuila, México [aml15902@uadec.edu.mx](mailto:aml15902@uadec.edu.mx)

oscuro con olor característico y granulometría heterogénea, con partículas metálicas brillantes de tamaños variables desde 0.5 mm hasta 5 cm, mezclados con polvos finos (Figura 1).

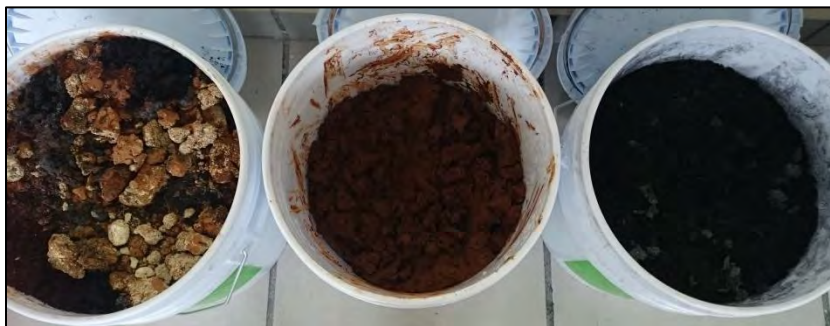


Figura 1. Muestras recolectadas de lodos residuales: M1 (izquierda), M2 (centro) y M3 (derecha).

Las tres muestras se caracterizaron por pruebas físicas y químicas, tales como humedad y granulometría. Para conocer la composición química de las muestras, fue necesario secar las muestras durante 24 h a 60 °C, hasta peso constante. Además, las muestras M1 y M3 se procesaron en un molino de bolas marca Denver para reducir y homogenizar su tamaño de partícula. Las muestras se analizaron por difracción de rayos-X para identificar las fases minerales principales, con un difractómetro Rigaku en el intervalo de 10 a 100 grados  $2\theta$  con tamaño de paso de  $2^\circ/\text{min}$ . La composición química se determinó por fluorescencia de rayos-X (FRX) en un equipo Bruker S4 Pioneer, realizando un barrido de 71 elementos; los datos se analizaron con el software Spectra Plus.

#### *Caracterización de la lixiviación con el ensayo WTC.*

Los metales en solución acuosa se presentan en diferentes formas químicas en función del pH, por lo que se calculó el equilibrio de cromo, plomo y arsénico con el software de uso libre MEDUSA. Esta información se utilizó como guía para conocer el pH que favorece la disolución de las especies iónicas de cada metal. Después se realizó el ensayo de lixiviación WTC para conocer la concentración de ácido requerida para lixiviar los metales contenidos en cada muestra. El ensayo consistió en colocar una masa inicial de muestra previamente homogenizada, en varios tubos de polipropileno de 50 ml. A cada tubo se agregó un volumen de solución de ácido nítrico o de hidróxido de sodio, en concentración suficiente para que el pH en el equilibrio de las mezclas contenidas en los tubos, estuviera en el intervalo desde aproximadamente 3 hasta 12. Se utilizó una relación L/S=10 ml/g; los tubos se dejaron en agitación durante 24 h a 25 °C y 150 rpm. Al final, los tubos se centrifugaron para medir el pH y el potencial normal del sobrenadante, con un medidor de pH con un electrodo de Ag/AgCl. Posteriormente se filtró el sobrenadante con una membrana de policarbonato de 0.2  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro y se midió la concentración de metales en solución por espectroscopía de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) con un equipo Varian.

#### *Pruebas de lixiviación en lote: evaluación de los parámetros de operación.*

Para evaluar los parámetros que favorecen la lixiviación de metales, se realizaron pruebas en lote con un reactor de vidrio de 500 ml y un agitador de dos aspas de 4 cm de diámetro. Las muestras sólidas se prepararon previamente secándolas en estufa durante 24 h a 60 °C y posteriormente reduciendo su tamaño de partícula desde 150 hasta 600  $\mu\text{m}$  en el molino de bolas. Con los datos del ensayo WTC se calculó la concentración de ácido requerido para cada muestra, para preparar soluciones de ácido sulfúrico de concentración 2N, 10N o 15N, según cada caso. Las pruebas se realizaron mezclando una masa inicial de muestra sólida con un volumen de solución ácida, en relación L/S=2 ml/g. Las pruebas de lixiviación se realizaron de manera secuencial para evaluar el efecto de la velocidad de agitación, el tipo de lixivante, la concentración del lixivante y el tiempo de contacto. Después de cada prueba se tomaron muestras de aproximadamente 30 ml para centrifugar y filtrar el sobrenadante. La concentración de metales en el lixiviado se determinó por ICP-OES.

## **Resultados**

#### *Caracterización de Muestras.*

Las muestras investigadas reportaron contenidos de humedad de 23%, 54% y 7%, para M1, M2 y M3, respectivamente. Las fases minerales principales detectadas por DRX indicaron que M1 contenía fluorita, anortita, carbonatos y silicatos de sodio. También se identificaron señales de menor intensidad para óxido de plomo y óxido

de cromo; además se identificaron las señales de compuestos de hierro. Para la muestra M2 se identificó fluorita, anortita, calcita. En el caso de M3, se identificaron principalmente fases de carbonatos y óxidos de cobre y de hierro. Debe mencionarse que el límite de detección de esta técnica es de 5%, por lo que las fases minerales presentes en menor concentración difícilmente son detectadas. La composición química reportada por FRX, indicó que M1 y M2 contenían cromo, en concentración aproximada de 3% y 6%, para M1 y M2, respectivamente, reportados como óxido de cromo. La muestra M3 reportó menos de 0.1% de óxido de cromo. En las muestras M1 y M3 se detectó plomo en concentración aproximada de 0.5%, reportado como óxido de plomo. Solamente en la muestra M3 se detectó arsénico en concentración menor de 0.1%, reportado como óxido de arsénico. Con estos datos se calculó la concentración de cada metal en las muestras analizadas y se reportaron en base seca. La muestra M1 contenía aproximadamente 2,000 mg/Kg de cromo y 300 mg/Kg de plomo; M2 solo registró cromo en concentración aproximada de 4,000 mg/Kg en base seca. La muestra M3 reportó aproximadamente 75 mg/Kg de cromo, 500 mg/Kg de plomo y 40 mg/Kg de arsénico. Estos datos solo hacen referencia a la concentración de cada metal, los ensayos de lixiviación permiten evaluar si estos metales son fácilmente liberados o por el contrario, se encuentran en fases minerales que por su estabilidad química previenen su liberación.

*Caracterización de la lixiviación con el ensayo WTC.*

La caracterización de las muestras permitió conocer los metales pesados que probablemente podrían lixiviarse con soluciones ácidas. Para estimar el pH apropiado para solubilizar cada metal, se calculó el diagrama de especies químicas en el equilibrio con el software de uso libre MEDUSA. La Figura 2 presenta los diagramas de especies de plomo, cromo y arsénico con soluciones de ácido nítrico. De acuerdo a esta información, el pH en el que predomina plomo en solución debe ser menor de 6. El cromo predomina en solución a pH menor de 3, por su parte el arsénico predomina como un complejo neutro estable en pH de 2 hasta 7 y como oxianión en soluciones de pH 11.

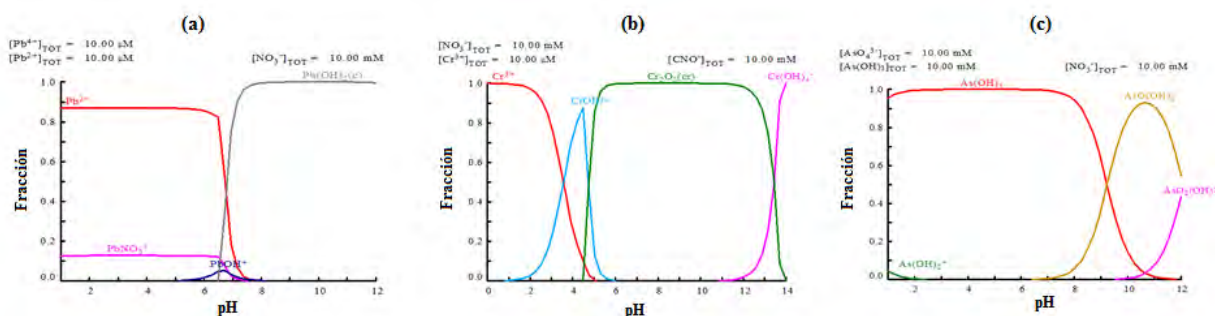


Figura 2. Diagramas de formación de especies en solución acuosa para (a) plomo, (b) cromo y (c) arsénico, calculados con el software de uso libre MEDUSA.

Esta información permitió interpretar los resultados de lixiviación del ensayo WTC, el cual consistió en varias pruebas en lote con mezclas de una cantidad de muestra con un volumen de solución ácida de concentración conocida. Después de cierto tiempo de contacto se separó el sólido del líquido remanente y se determinó la concentración de metales en solución. La Figura 3a presenta la tendencia de los datos experimentales de la concentración de miliequivalentes de ácido por unidad de masa en base seca (meq/g<sub>bs</sub>) en función del pH. Se observó que la tendencia en la capacidad de neutralización ácida fue como sigue: M3>M1>M2. Esto es como resultado de los constituyentes de cada muestra e influye en la cantidad de ácido necesario para lograr un pH determinado. Por ejemplo, para que los lixiviados lleguen a pH=5, se requieren aproximadamente 20 meq/g para M3, 15 meq/g para M1 y 3.5 meq/g para M2. Por lo anterior, con este ensayo se generó la información para conocer la concentración de la solución lixiviante adecuada para lixiviar un metal específico en cada muestra. Por otra parte, la Figura 3b mostró que los lixiviados son soluciones oxidantes en gran parte de la escala de pH.



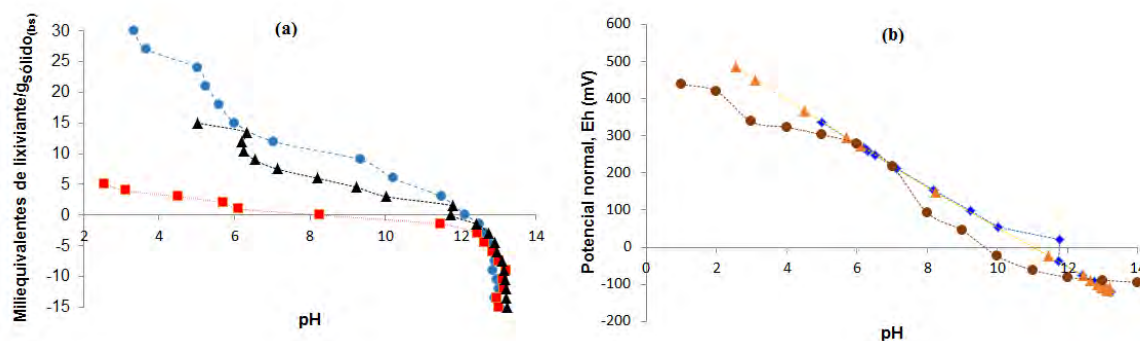


Figura 3. Resultados experimentales del ensayo de lixiviación WTC. (a) Millequivalentes de lixiviante en función del pH de los lixiviados de las muestras M1 (triángulos), M2 (cuadros) y M3 (círculos). (b) Potencial normal de electrodo (Eh) en función del pH, de los lixiviados de M1 (rombos), M2 (triángulos) y M3 (círculos).

La concentración de metales liberados en los lixiviados de cada lodo se presenta en la Figura 4. En los experimentos se utilizó una relación L/S= 10. La tendencia de la concentración de los metales detectados en los lixiviados coincide con los diagramas de formación de especies en solución reportados en la Figura 2. La concentración de metales en los lixiviados se incrementó a pH ácido. EN el caso de arsénico se observó que la concentración se incrementó a pH 11.

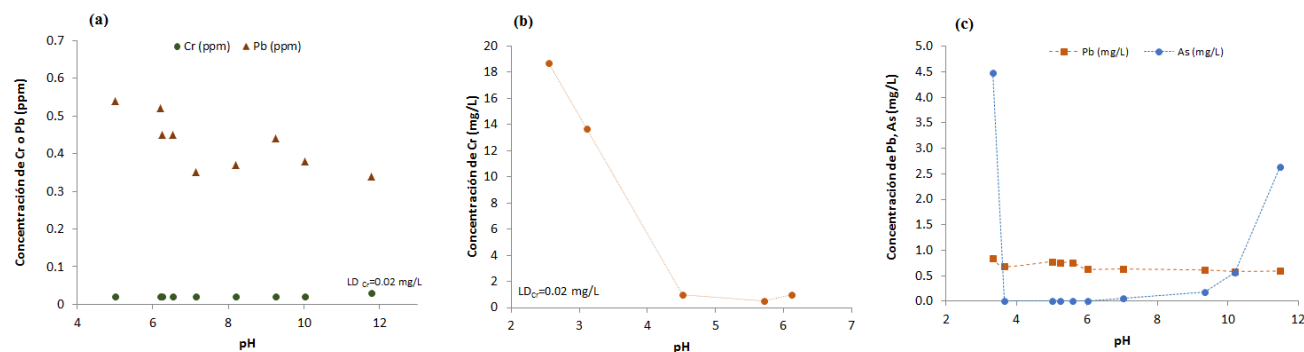


Figura 4. Concentración de metales pesados en los lixiviados de lodos. (a) Cromo y plomo en M1; (b) Cromo en M2 y (c) Plomo y arsénico en M3. El límite de detección de Cr (LD) es 0.02 mg/L.

*Pruebas de lixiviación en lote: evaluación de los parámetros de operación.*

Para los ensayos de lixiviación en lote se utilizó un reactor de vidrio de 500 ml, mezclando una cantidad de la muestra M2 con solución de ácido de diferente concentración, en relación L/S= 2 ml/g a temperatura de 20 °C ± 5 °C. Primero se estudió el efecto de la velocidad de agitación en la lixiviación de cromo, utilizando 90, 150 y 300 rpm. Los resultados experimentales mostraron que la velocidad de agitación de 300 rpm favoreció el mezclado de los sólidos con la solución ácida, al reducir el pH hasta 1.8 e incrementando la concentración de cromo en el lixiviado hasta 1100 mg/L. Si la velocidad de agitación es menor, como en 90 o 150 rpm, el pH del lixiviado es cercano a 2.5 y la concentración de cromo lixiviado es de 980 mg/L (Figura 5). Lo anterior sugiere que en el mecanismo de lixiviación hay un efecto de difusión de la solución hacia el interior de la partícula que puede ser determinante en la eficiencia de la lixiviación. Posteriormente se realizaron pruebas de lixiviación con soluciones de ácido sulfúrico de concentración 0.6, 1.2 y 2.0 N, a 300 rpm, con las condiciones de L/S=2 mg/g y 20±5 °C. Los resultados de la Figura 6 muestra claramente que a mayor concentración del lixiviante se incrementó exponencialmente la concentración de cromo en lixiviado, tal como se observó en el diagrama de especies en el equilibrio de la Figura 2b.

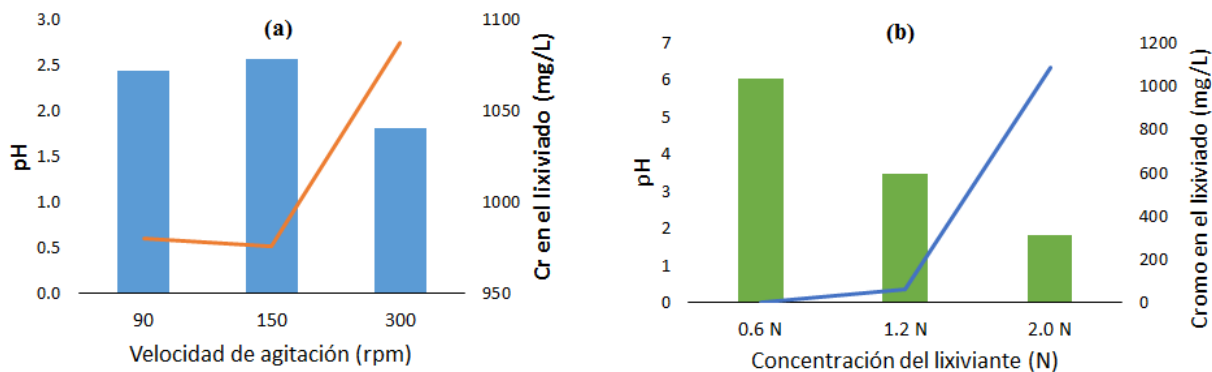


Figura 5. Concentración de cromo (línea sólida) y pH (barras) de los lixiviados de la muestra M2 en función de (a) la velocidad de agitación; (b) la concentración de la solución lixivante.

Posteriormente se estudió el efecto del tipo de lixivante, con soluciones ácidas de ácido nítrico, ácido sulfúrico grado reactivo analítico y ácido sulfúrico grado industrial, de concentración 2 N, a 300 rpm y L/S=2 ml/g. Los resultados demostraron que la tendencia en la concentración de cromo lixiviado fue de 1000, 900 y 720 mg/L, para H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> grado reactivo, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> grado industrial y HNO<sub>3</sub>. Para efectos de uso industrial, se recomienda utilizar ácido sulfúrico grado industrial para reducir costos del tratamiento. La eficiencia de la lixiviación en relación con la concentración total de cromo se estimó en aproximadamente 50%. Finalmente se estudió la cinética de lixiviación de cromo con una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> grado reactivo 2N a 300 rpm y L/S=2 mg/L. Los resultados indicaron que cerca del 80% del cromo lixiviado se liberó en una hora. Este resultado es menor que el tiempo reportado por Bisone et al., (2012) para un suelo contaminado con cromo, el cual requirió un tiempo de 24 h para solubilizarse. Los resultados de esta investigación sugieren que la lixiviación de metales pesados contenidos en lodos contaminados puede favorecerse utilizando las condiciones adecuadas de agitación, concentración y tipo de lixivante, en tiempos de tratamiento relativamente cortos.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En esta investigación se estudió el efecto del tipo de solución ácida lixivante, la concentración del lixivante, la velocidad de agitación, y el tiempo de contacto entre la solución lixivante y el sólido, para conocer las mejores condiciones para reducir la concentración de metales contenidos en tres muestras de lodos industriales.

#### Conclusiones

Los resultados demuestran que la lixiviación de metales contenidos en las muestras investigadas se favorece con una velocidad de agitación que reduzca o minimice los efectos de difusión. Además, la cinética de los metales en alta concentración ocurre lentamente en comparación con la de los metales en baja concentración, aunque para efectos prácticos, se sugiere que un tiempo adecuado para la lixiviación es de 2 h.

#### Recomendaciones

Esta investigación puede enriquecerse estudiando la cinética de lixiviación de cada muestra, dado que sus composiciones son muy diferentes. Asimismo, se sugiere estudiar el efecto de la temperatura y de otras soluciones ácidas o mezclas de ácidos, para mejorar la eficiencia de remoción de los metales contenidos.

### Referencias

- NOM-052-SEMARNAT-2005. " Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos," Diario Oficial de la Federación. 23 de Junio de 2006.
- S.I. Alghanmi, A.F. Al Sulami, T.A. El-Zayat, B.G. Alhogbi y M.A. Salam. "Acid leaching of heavy metals from contaminated soil collected from Jeddah, Saudi Arabia: kinetic and thermodynamic studies" *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 3, 2015.
- S. Bisone, J.F. Blais, P. Drogui y G. Mercier. "Toxic metal removal from polluted soil by acid extraction" *Water Air Soil Pollution*, Vol. 223, 2012.
- S. Renou, J. G. Givaudan, S. Poulain, F. Dirassouiyen, y P. Moulin. "Landfill leachate treatment: Review and opportunity". *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 150, No. 3, 2008.

# Incorporación del Controlador Unificado de Flujo de Potencia en la Formulación de Flujos de Potencia con Regulación de Frecuencia

Dr. Reymundo Ramírez Betancour<sup>1</sup>, Dr. Claudio R. Fuerte Esquivel<sup>2</sup>, Dr. Fredy Alberto Valenzuela Murillo<sup>3</sup>,  
Dr. Fermín Martínez Solís<sup>4</sup> y Dr. José Armando Olmos López<sup>5</sup>

**Resumen**—En el presente trabajo se incorpora el modelo de estado estacionario del Controlador Unificado de Flujo de Potencia (UPFC) dentro de la formulación de flujos de potencia con regulación primaria de frecuencia. Así, se obtiene una herramienta de análisis que considera el efecto del gobernador de velocidad en la generación de potencia, la frecuencia de operación del sistema y el UPFC en las ecuaciones de balance de potencia. La solución del conjunto de ecuaciones resultante se obtiene mediante el algoritmo de Newton-Raphson.

La herramienta desarrollada se aplicó, mediante simulaciones numéricas, en el sistema eléctrico de prueba de 30 nodos para mostrar sus características y sus beneficios. En todos los casos de estudio, el algoritmo presentado determina los cambios de frecuencia del sistema ante cualquier perturbación en el sistema de potencia.

**Palabras clave**— controlador unificado de flujo de potencia, gobernador de velocidad, regulación de frecuencia, Newton-Raphson.

## Introducción

El uso de los dispositivos FACTS permite realizar el control de diferentes parámetros del sistema, con lo cual es posible incrementar considerablemente la transferencia de energía a través de las líneas de transmisión; y por ende, incrementar de tal manera la capacidad de transmisión de los sistemas eléctricos de potencia (Acha et al., 2004). El Controlador Unificado de Flujo de Potencia (CUFP) es uno de los dispositivos FACTS más versátiles, ya que es capaz de controlar simultánea o individualmente todos los parámetros que afectan el flujo de potencia en las líneas de transmisión (voltaje, impedancia y ángulo de fase) y cuenta con control independiente de potencia activa y de potencia reactiva (Acha et al., 2004 y Coronado, 2001).

Fuerte y Acha (1997) presentan un modelo matemático del UPFC para estudios de flujos de potencia en estado estacionario. Este modelo se incorpora en las ecuaciones de balance de potencia nodal y se resuelven mediante un método unificado. Así, se obtiene un análisis de flujos de potencia convencional con la incorporación del UPFC. El análisis de flujos de potencia convencional, que incluye el dispositivo controlador, permite controlar diversos parámetros de la red eléctrica para incrementar confiabilidad del sistema. Sin embargo, este estudio no toma en cuenta la desviación de frecuencia del sistema porque se considera que existe un generador ideal capaz de entregar la potencia necesaria para mantener la frecuencia en su valor nominal. En la realidad, todos los generadores tienen un límite de generación y es importante considerar la desviación de frecuencia en la formulación del estudio de flujos de potencia.

En Okamura et al. (1975) se desarrolló un modelo estático del generador considerando la regulación primaria de frecuencia, tal que la generación de potencia activa y reactiva se modifican en función de la desviación de frecuencia y el estatismo del controlador. A partir de estas investigaciones, en Ramírez et al. (2010) se presenta un análisis de la estabilidad de voltaje en estado estacionario considerando la acción del gobernador de velocidad. Asimismo, en Ramírez et al. (2015) se presenta el estudio del Compensador Serie Controlado por Tiristores dentro de la solución de flujos de potencia considerando la acción del gobernador.

En el presente trabajo se incorpora el modelo estacionario del UPFC dentro de la formulación de flujos de potencia con regulación primaria de frecuencia. El método iterativo de Newton-Raphson se utiliza para solucionar el conjunto de ecuaciones resultante. Así, se tiene una herramienta de análisis de estado estacionario del sistema de potencia que toma en cuenta la desviación de frecuencia y el control del UPFC. Esta herramienta puede ser utilizada para la planeación y el control del sistema de potencia.

<sup>1</sup> El Dr. Reymundo Ramírez Betancour es Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. [reymundo.ramirez@ujat.mx](mailto:reymundo.ramirez@ujat.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Claudio R. Fuerte Esquivel es Profesor de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería eléctrica en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

<sup>3</sup> El Dr. Fredy Alberto Valenzuela Murillo es Profesor de Ingeniería Mecánica Eléctrica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

<sup>4</sup> El Dr. Fermín Martínez Solís es Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

<sup>5</sup> El Dr. José Armando Olmos López es Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

### Modelado de Flujo de potencia con regulación de frecuencia y el UPFC

En la formulación de Flujos de Potencia con Regulación Primaria (FPRP) que incorpora el UPFC se puede tener la misma clasificación de tipos de nodos que en un análisis de flujos convencionales, con la diferencia que ya no se considera un nodo compensador. En lugar del nodo compensador se tiene un nodo generador de referencia. Asimismo, se pueden seleccionar algunos generadores que participen en la regulación de frecuencia, y un cierto número de cargas que dependan de la desviación de frecuencia y las magnitudes de voltajes nodales (Ramírez et al., 2010). Así, el algoritmo propuesto permite determinar el punto de operación, en estado estacionario del sistema eléctrico tomando en cuenta la frecuencia y la compensación del UPFC en las líneas de transmisión. La generación y demanda de potencia son funciones que consideran los efectos de las desviaciones de frecuencia de operación del sistema.

#### Modelo del Generador

La generación de potencia activa  $P_{Gi}$  se ajusta por la respuesta estática de la regulación primaria, la cual se muestra en el diagrama de bloques en la Figura 1, (Okamura et al., 1975).

$$P_{Gi} = P_{Gi\_set} - \frac{P_{Ri}}{R_i} \Delta f \quad (1)$$

$$P_{Gi\_min} \leq P_{Gi} \leq P_{Gi\_max} \quad (2)$$

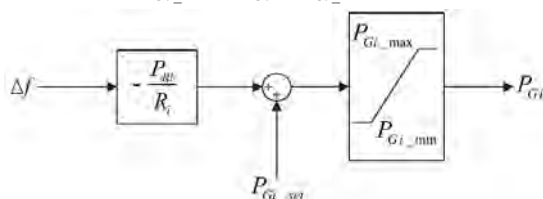


Figura 1. Modelo de gobernador del generador.

donde  $P_{Gi\_set}$  es la generación base de potencia activa,  $R_i$  es el estadismo del generador en p.u.,  $P_{Ri}$  es la generación nominal de potencia activa y  $\Delta f$  es la desviación del valor de frecuencia nominal.

La generación de potencia reactiva se determina por (3) y (4) bajo la consideración de que el generador opera a un factor de potencia constante

$$Q_{Gi} = Q_{Gi\_set} + a_{Qi} \Delta P_{Gi} + b_{Qi} \Delta P_{Gi}^2 \quad (3)$$

$$\Delta P_{Gi} = -\frac{P_{Ri}}{R_i} \Delta f \quad (4)$$

$$Q_{Gi\_min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi\_max} \quad (5)$$

donde  $Q_{Gi\_set}$  es la generación base de potencia reactiva,  $a_{Qi}$  y  $b_{Qi}$  corresponden a los coeficientes de generación de potencia reactiva.

#### Modelo de la Cargas

La composición exacta de la carga es difícil de estimar, debido a que su composición cambia en función del tiempo, las condiciones meteorológicas y entre otros factores externos. En los sistemas de potencia, la carga está constituida por un conjunto de cargas individuales de tipo industrial, comercial y residencial. En estudios de flujos de potencia estas pueden ser modeladas como impedancia, corriente y potencia constante, aunque realmente se presentan en forma combinada. Así, los modelos de las cargas dependen de los cambios de voltaje y de la frecuencia de operación del sistema (Kundur, 1994).

Para expresar en forma general el modelo de cargas incluyendo la dependencia de frecuencia se adiciona un factor linealizado de la frecuencia,  $1 + K_{pi} \Delta f$ . Las características de la carga se expresan en cualquier instante de tiempo como funciones algebraicas de la magnitud del voltaje nodal y la desviación de frecuencia en ese instante de tiempo (Okamura et al., 1975 y Ramírez et al. 2010)

$$P_{Li} = P_{Li\_set} (1 + K_{pi} \Delta f) \left( p_{pi} + p_{ci} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^{N1} + p_{zi} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^2 \right) \quad (6)$$

$$Q_{Li} = Q_{Li\_set} (1 + K_{qi} \Delta f) \left( q_{pi} + q_{ci} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^{N2} + q_{zi} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^2 \right) \quad (7)$$

donde  $K_p$  y  $K_q$  son los coeficientes de la característica de frecuencia. Los coeficientes de la característica de voltaje son  $p_p, p_c, p_z, q_p, q_c$  y  $q_z$ .

**Modelo del UPFC**

El UPFC es considerado como una fuente voltaje síncrona en serie con la línea de transmisión, su estructura consiste de dos convertidores AC/DC (rectificador controlado). Los convertidores se encuentran conectados por un capacitor en derivación en el lado de CD, con lo cual se permite el intercambio de potencia activa entre los convertidores. Un convertidor se acopla al sistema de CA mediante un transformador serie y el otro está acoplado al sistema de CA por medio de un transformador en paralelo, tal como se muestra en la Figura 2 (Fuerte, 1997 y Acha et al., 2004).

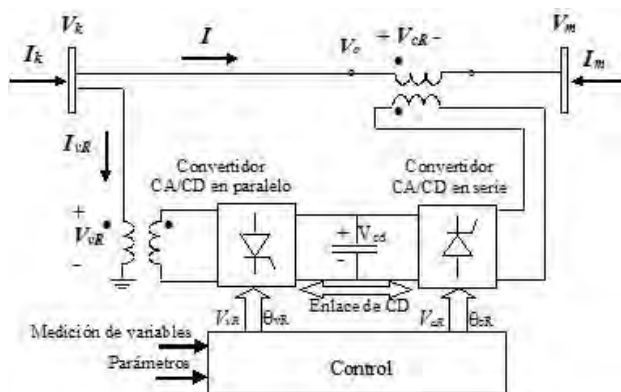


Figura 2. Estructura básica del UPFC.

Para obtener el modelo de flujo de potencia, el UPFC se puede considerar como dos fuentes ideales de voltaje que representan la componente fundamental del voltaje en las terminales de CA de cada convertidor, tal como se muestra en la Figura 3 (Fuerte, 1997 y Acha et al., 2004).

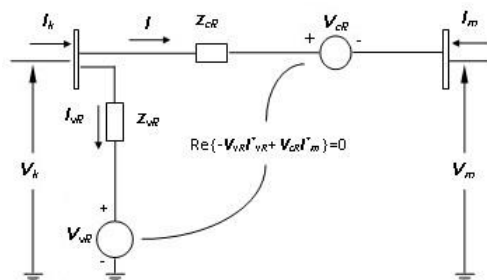


Figura 3. Circuito equivalente del UPFC.

Las inyecciones de flujo de potencia de cada convertidor se obtienen mediante la aplicación de las leyes del voltaje y corrientes de Kirchoff al circuito de la Figura 3,

$$P_{mk}^{UPFC,cal} = V_m^2 G_{mm} + V_m V_k (G_{mk} \cos(\theta_m - \theta_k) + B_{mk} \sin(\theta_m - \theta_k)) + V_m V_{cR} (G_{mm} \cos(\theta_m - \theta_{cR}) + B_{mm} \sin(\theta_m - \theta_{cR})) \quad (8)$$

$$Q_{mk}^{UPFC,cal} = -V_m^2 B_{mm} + V_m V_k (G_{mk} \sin(\theta_m - \theta_k) - B_{mk} \cos(\theta_m - \theta_k)) + V_m V_{cR} (G_{mm} \sin(\theta_m - \theta_{cR}) - B_{mm} \cos(\theta_m - \theta_{cR})) \quad (9)$$

donde  $G_{ij}$  y  $B_{ij}$  se obtienen de las admitancias de los transformadores de acoplamiento.

La potencia activa y reactiva en cada convertidor son dadas por (10)-(13) (Fuerte, 1997),

$$P_{cR} = V_{cR}^2 G_{mm} + V_{cR} V_k (G_{km} \cos(\theta_{cR} - \theta_k) + B_{km} \sin(\theta_{cR} - \theta_k)) + V_{cR} V_m (G_{mm} \cos(\theta_{cR} - \theta_m) + B_{mm} \sin(\theta_{cR} - \theta_m)) \quad (10)$$

$$Q_{cR} = -V_{cR}^2 B_{mm} + V_{cR} V_k (G_{km} \sin(\theta_{cR} - \theta_k) - B_{km} \cos(\theta_{cR} - \theta_k)) + V_{cR} V_m (G_{mm} \sin(\theta_{cR} - \theta_m) - B_{mm} \cos(\theta_{cR} - \theta_m)) \quad (11)$$

$$P_{vR} = -V_{vR}^2 G_{vR} + V_{vR} V_k (G_{vR} \cos(\theta_{vR} - \theta_k) + B_{vR} \sin(\theta_{vR} - \theta_k)) \quad (12)$$

$$Q_{vR} = V_{vR}^2 B_{vR} + V_{vR} V_k (G_{vR} \sin(\theta_{vR} - \theta_k) - B_{vR} \cos(\theta_{vR} - \theta_k)) \quad (13)$$

Finalmente, las inyecciones de potencia en los nodos  $k$  y  $m$  se obtienen por (14)-(17) (Fuerte, 1997),

$$P_k = V_k^2 G_{kk} + V_k V_m (G_{km} \cos(\theta_k - \theta_m) + B_{km} \sin(\theta_k - \theta_m)) + V_k V_{cR} (G_{km} \cos(\theta_k - \theta_{cR}) + B_{km} \sin(\theta_k - \theta_{cR})) + V_k V_{vR} (G_{vR} \cos(\theta_k - \theta_{vR}) + B_{vR} \sin(\theta_k - \theta_{vR})) \quad (14)$$

$$Q_k = -V_k^2 B_{kk} + V_k V_m (G_{km} \sin(\theta_k - \theta_m) - B_{km} \cos(\theta_k - \theta_m)) + V_k V_{cR} (G_{km} \sin(\theta_k - \theta_{cR}) - B_{km} \cos(\theta_k - \theta_{cR})) + V_k V_{vR} (G_{vR} \sin(\theta_k - \theta_{vR}) - B_{vR} \cos(\theta_k - \theta_{vR})) \quad (15)$$

$$P_m = V_m^2 G_{mm} + V_m V_k (G_{mk} \cos(\theta_m - \theta_k) + B_{mk} \sin(\theta_m - \theta_k)) + V_m V_{cR} (G_{mm} \cos(\theta_m - \theta_{cR}) + B_{mm} \sin(\theta_m - \theta_{cR})) \quad (16)$$

$$Q_m = -V_m^2 B_{mm} + V_m V_k (G_{mk} \sin(\theta_m - \theta_k) - B_{mk} \cos(\theta_m - \theta_k)) + V_m V_{cR} (G_{mm} \sin(\theta_m - \theta_{cR}) - B_{mm} \cos(\theta_m - \theta_{cR})) \quad (17)$$

### Solución del problema de FPRP con UPFC

El análisis de flujos de potencia determina el punto de equilibrio del sistema eléctrico donde se satisface el balance energético en cada uno de los nodos que integran a la red de transmisión (Fuerte, 1997). Dicho balance es definido matemáticamente por las ecuaciones (18) y (21), el nuevo punto de equilibrio puede encontrarse a una frecuencia de operación diferente a la nominal.

$$\Delta P_i = P_{Gi} - P_i - P_{Li} = 0 \quad (18)$$

$$\Delta Q_i = Q_{Gi} - Q_i - Q_{Li} = 0 \quad (19)$$

donde

$$P_i = V_i^2 G_{ii} + V_i \sum_{j=1}^n V_j (G_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j) + B_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j)) \quad (20)$$

$$Q_i = -V_i^2 B_{ii} + V_i \sum_{j=1}^n V_j (G_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j) - B_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j)) \quad (21)$$

De igual forma, el UPFC debe de satisfacer el balance de potencia activa y reactiva entre los nodos donde se coloca. Si el control de flujo de potencia activa y reactiva se ejerce en el nodo  $m$ , entonces las ecuaciones de incrementos de potencia controlada son,

$$\Delta P_{mk}^{UPFC} = P_{mk}^{UPFC,reg} - P_{mk}^{UPFC,cal} \quad (22)$$

$$\Delta Q_{mk}^{UPFC} = Q_{mk}^{UPFC,reg} - Q_{mk}^{UPFC,cal} \quad (23)$$

donde la potencia activa y reactiva especificada son  $P_{mk}^{UPFC,reg}$  y  $Q_{mk}^{UPFC,reg}$ , respectivamente. Además, considerando que el UPFC no tiene pérdidas se debe cumplir que la potencia activa suministrada por el convertidor en paralelo,  $P_{vR}$ , debe ser igual a la potencia activa demandada por el convertidor de la serie,  $P_{cR}$ .

$$\Delta P_{bb} = P_{vR} + P_{cR} \quad (24)$$

Las ecuaciones de balance de potencia en cada nodo (18), (19) y las ecuaciones de balance de potencia de cada UPFC (22)-(24) se resuelven en forma simultanea mediante el método iterativo de Newton-Raphson. El conjunto de ecuaciones es linealizado alrededor de un punto base  $(\theta^0, \Delta f^0, V^0, V_{vR}^0, V_{cR}^0, \theta_{vR}^0)$  para obtener el siguiente sistema de ecuaciones algebraicas lineales,

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \\ \Delta P_{mk}^{UPFC} \\ \Delta Q_{mk}^{UPFC} \\ \Delta P_{bb}^{UPFC} \end{bmatrix}}_{F(x^i)} = - \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{H} & \mathbf{F} & \mathbf{N} & \mathbf{UP}_1 & \mathbf{UP}_2 & \mathbf{UP}_3 \\ \mathbf{J} & \mathbf{G} & \mathbf{L} & \mathbf{UQ}_1 & \mathbf{UQ}_2 & \mathbf{UQ}_3 \\ \mathbf{AH} & \mathbf{AF} & \mathbf{AN} & \mathbf{AUP}_1 & \mathbf{AUP}_2 & \mathbf{AUP}_3 \\ \mathbf{BJ} & \mathbf{BG} & \mathbf{BL} & \mathbf{BUQ}_1 & \mathbf{BUQ}_2 & \mathbf{BUQ}_3 \\ \mathbf{CH} & \mathbf{CF} & \mathbf{CN} & \mathbf{CU}_1 & \mathbf{CU}_2 & \mathbf{CU}_3 \end{bmatrix}}_{\mathbf{J}(x^i)} \underbrace{\begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta(\Delta f) \\ \Delta V/V \\ \Delta \theta_{cR} \\ \Delta V_{cR}/V_{cR} \\ \Delta \theta_{vR} \end{bmatrix}}_{x^i} \quad (25)$$

donde las submatrices se obtienen por las derivadas parciales de las funciones  $F$  con respecto a las variables de estado  $x$  (Ramírez et al., 2015), (Fuerte, 1997).

La incorporación de las ecuaciones de potencia del UPFC en el algoritmo de FPRP requiere que por cada dispositivo presente en la red, la matriz Jacobiana ( $J$ ) se incremente tres renglones y tres columnas. Si el UPFC está controlando la magnitud del voltaje en el nodo  $k$ , este se fija en el valor establecido y su lugar en el vector de estados es ocupado por  $V_{vR}$ .

### Caso de estudio

La metodología presentada se aplicó en la red de prueba ieee-30, cuyos datos y características son presentados en (Power System Test Case Archive). El UPFC se colocó en diferentes líneas de transmisión con el propósito de controlar el flujo de potencia activa y reactiva de la línea de transmisión. También, el convertidor en derivación se

utilizó para controlar la magnitud de voltaje del nodo de envío en la línea de transmisión. Para lo anterior se utilizó un nodo adicional llamado *nodfa*, tal como se muestra en la Figura 4.

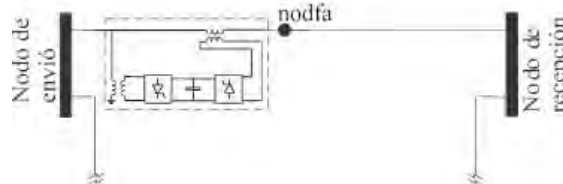


Figura 4. Colocación del UPFC en la red de transmisión.

A partir del caso base (condición inicial sin UPFC ni perturbación), se analiza la redistribución de flujos de potencia al instalar el dispositivo en la red. En la Tabla 1 es específica la cantidad de potencia activa y reactiva transferida del nodo *k* al nodo *m* en cada para el caso base. Asimismo, se muestra el valor del voltaje final en el nodo de envío (nodo *k*) y la desviación de frecuencia de operación de este caso.

| Caso base       |                      |               |               |                               |                                     |
|-----------------|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| $\Delta f$ (Hz) | Línea de Transmisión |               | Voltaje (p.u) | Flujo de potencia activa (MW) | Flujo de potencia reactiva (MVAR's) |
|                 | Nodo <i>k</i>        | Nodo <i>m</i> |               |                               |                                     |
| -0.0512         | nod 4                | nod 6         | 1.010         | -45.330                       | -3.273                              |
|                 | nod 6                | nod 7         | 1.009         | 37.091                        | -3.003                              |
|                 | nod 6                | nod 8         | 1.009         | 29.626                        | -9.903                              |
|                 | nod 12               | nod 14        | 1.055         | 8.061                         | 2.525                               |
|                 | nod 12               | nod 15        | 1.055         | 18.019                        | 6.985                               |
|                 | nod 12               | nod 16        | 1.055         | 7.231                         | 3.339                               |
|                 | nod 14               | nod 15        | 1.040         | 1.452                         | 0.676                               |
|                 | nod 15               | nod 18        | 1.036         | 5.845                         | 1.643                               |
|                 | nod 16               | nod 17        | 1.043         | 3.478                         | 1.324                               |
|                 | nod 18               | nod 19        | 1.026         | 2.608                         | 0.668                               |

Tabla 1. Caso base

En la Tabla 2 se indica la línea de transmisión donde se colocó el dispositivo, la magnitud de voltaje y el flujo de potencia activa y reactiva que se desea controlar. Las condiciones iniciales del UPFC en cada estudio se obtienen de acuerdo a Fuerte (1997). En todos los análisis realizados se logró el control de voltaje y de flujo de potencia en los valores especificados. La desviación de frecuencia se incrementa o disminuye en función de la distribución de flujos de potencia realizada por el UPFC.

| Sistema con un UPFC  |               |                           |                          |                              |                |                        |                      |                        |                 |
|----------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| Línea de transmisión |               | Voltaje a controlar (p.u) | $P_{mk}^{UPFC,reg}$ (MW) | $Q_{mk}^{UPFC,reg}$ (MVAR's) | Fuente serie   |                        | Fuente en derivación |                        | $\Delta f$ (Hz) |
| Nodo <i>k</i>        | Nodo <i>m</i> |                           |                          |                              | $V_{cr}$ (p.u) | $\theta_{cr}$ (grados) | $V_{vr}$ (p.u)       | $\theta_{vr}$ (grados) |                 |
| nod 4                | nod 6         | 1.0                       | -40                      | -6                           | 0.287          | 58.355                 | 1.002                | -6.663                 | -0.119          |
| nod 6                | nod 7         | 0.98                      | 45                       | -1.0                         | 0.093          | -131.65                | 0.962                | -12.038                | -0.053          |
| nod 6                | nod 8         | 1.02                      | 30                       | -5                           | 0.036          | -103.54                | 1.041                | -12.041                | -0.067          |
| nod 12               | nod 14        | 1.01                      | 25                       | 10                           | 0.139          | 199.918                | 0.997                | -16.971                | -0.026          |
| nod 12               | nod 15        | 1.03                      | 30                       | 15                           | 0.093          | -164.59                | 1.013                | -16.003                | -0.050          |
| nod 12               | nod 16        | 1.06                      | 15                       | 7                            | 0.071          | -143.691               | 1.068                | -16.381                | -0.061          |
| nod 14               | nod 15        | 1.02                      | 16                       | 8                            | 0.115          | -159.902               | 1.024                | -18.864                | -0.066          |
| nod 15               | nod 18        | 1.0                       | 25                       | 16                           | 0.225          | -163.926               | 0.990                | -17.754                | -0.072          |
| nod 16               | nod 17        | 1.05                      | 18                       | 13                           | 0.128          | -142.05                | 1.066                | -19.573                | -0.074          |
| nod 18               | nod 19        | 1.03                      | 26                       | 6                            | 0.243          | -127.755               | 1.042                | -23.578                | -0.090          |

Tabla 2. Resultados del sistema con UPFC.

La mejor distribución de flujos de potencia se da cuando se coloca el UPFC en la línea que conecta el nodo *nod\_12* y *nod\_14*, puesto que los generadores tienen que producir una menor cantidad de potencia para igualar la demanda. Así, la desviación de frecuencia, respecto al caso base, disminuye. Mientras que la peor distribución de flujos se obtiene al colocar el UPFC entre los nodos *nod\_4* y *nod\_6*, la desviación de frecuencia se incrementa dado que se tiene que generar una mayor cantidad de potencia para lograr el nuevo punto de equilibrio. La cantidad de generación necesaria para satisfacer las demandas y las pérdidas del sistema se muestra en la Tabla 3.

|                 | Generación de potencia |                   | Demanda de potencia |                   | Pérdidas de potencia |                        |
|-----------------|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
|                 | $P_G$<br>(MW)          | $Q_G$<br>(MVAR's) | $P_L$<br>(MW)       | $Q_L$<br>(MVAR's) | $P_{loss}$<br>(MW)   | $Q_{loss}$<br>(MVAR's) |
| Caso Base       | 305.274                | 139.039           | 287.346             | 128.245           | 17.9286              | 10.7947                |
| nod_4 a nod_6   | 310.982                | 164.049           | 282.835             | 125.996           | 28.1468              | 38.054                 |
| nod_12 a nod_14 | 303.244                | 159.269           | 282.416             | 125.721           | 20.8285              | 33.5483                |

Tabla 3. Distribución de potencia.

La Figura 5 muestra la comparación del perfil de voltaje entre el caso base y los casos donde el UPFC compensa las líneas nod\_4 a nod\_6 y nod\_12 a nod\_14. Se puede observar que las menores magnitudes de voltaje se obtienen cuando el dispositivo se conecta entre la línea de los nodos nod\_4 y nod\_6. Esto ocasiona que las demandas dependientes de voltaje disminuyan, pero las pérdidas de potencia en los elementos de transmisión se incrementan (Ver Tabla 3) y por lo tanto se frecuencia disminuye para compensar el incremento de potencia. Por otro lado, la magnitud de voltaje de nod\_14 se incrementa cuando se el UPFC controla los parámetros de la línea de nod\_12 y nod\_14. Así, se obtiene una menor desviación de frecuencia (-0.026 Hz) debido a que se demanda una menor potencia activa respecto al caso base.

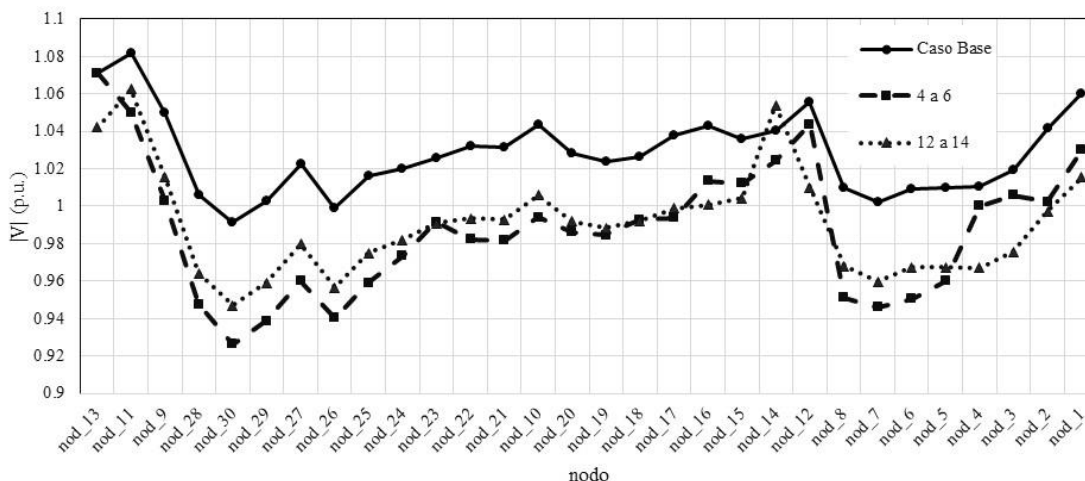


Figura 5. Magnitudes de voltaje.

### Conclusiones

La metodología presentada permite realizar análisis de flujos de potencia considerando las desviaciones de frecuencia y la compensación del UPFC en líneas de transmisión. Este algoritmo determina los cambios de frecuencia del sistema ante cualquier perturbación en la generación o la demanda de potencia.

La redistribución de flujos de potencia, que provoca el UPFC al realizar sus controles en una línea especificada, repercute directamente en la regulación de frecuencia. Si existe una distribución de flujos de potencia que ayude a obtener el nuevo punto de equilibrio con una menor generación y en un menor tiempo, la desviación de frecuencia será menor. La línea de transmisión seleccionada para colocar el dispositivo y las magnitudes de las variables a controlar son fundamentales para que el UPFC beneficie la regulación de frecuencia.

### Referencias

Acha, E., Fuerte-Esquivel, C.R., Ambriz-Pérez, H. y Angeles-Camacho, C. "FACTS Modelling and Simulation in Power Networks", John Wiley & Sons Ltd, 2004, ISBN 0470852712.

Coronado, I., Ramírez, J.M., y Zúñiga, P. "Comparación de metodologías para la inclusión del UPFC en estudios de estado estacionario", Segundo Congreso Bienal CIGRÉ-MÉXICO, Irapuato, Guanajuato, México.

Fuerte-Esquivel, C.R. "PhD Thesis: Steady State Modelling and Analysis of Flexible AC Transmission Systems," Department of Electronics and Electrical Engineering, University of Glasgow, Glasgow Scotland, Agosto, 1997.

Kundur P.P. "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, 1994, ISBN 007035958.

Okamura, M., Oumar, Y., Hayashi, S., Vemura, K, y Ishiguro, F. "A new power flow model and solution method," IEEE Transactions on Power Systems, Vol. PAS-94, 1975.

Power Systems Test Case Archive, Electrical Engineering, Univ. Washington. [Online]. Available: <http://www.ee.washington.edu/research/pstca>

Ramírez, R., Gutierrez, V.J. y Fuerte, C.R. "Static simulation of voltage instability considering effects of governor characteristics, and voltage and frequency dependence of loads," North American Power Symposium 2010, Arlington, Texas, ISBN 978-1-4244-8046-3.

Ramírez, R., Fuerte-Esquivel C.R., Ramírez, J.C., Olmos, J.A., y Yris, J.C., "Análisis del compensador serie controlado por tiristores dentro de la formulación de flujos de potencia con regulación primaria de frecuencia", Congreso Internacional de Investigación Academia Journals 2015, Juárez, Chihuahua, México, ISSN 1946-5351 Online, Vol. 7, No. 2, 2015.



## Talento humano Guanajuatense inmerso en síndrome de burnout

Dra. Ramírez Chávez María Inés. Dr. Jesús Ramón García Pérez  
Dr. Flores Estrada David. QBP Antonio Campos Rico

**Resumen**— El actual escenario el profesional de salud tiene gran importancia para el desarrollo humano es necesario equilibrar entre los derechos y responsabilidades sociales de ellos y los usuarios que merecen la atención y el derecho a la salud aunado a la creciente globalización que conlleva a un aumento de la presión de la sociedad que exige conductas, principios y valores profesionales óptimos. Por lo que enfrenta este reto en un sistema de salud público de Gto. efectuando un estudio descriptivo transversal, prospectivo, observacional en los niveles de salud pública que existentes en Gto abarcando médicos, paramédicos, administrativos mediante un muestreo probabilístico, de 316 participantes. Utilizando Burnout Maslach Burnout Inventory midiendo: Cansancio emocional, despersonalización y falta de realización profesional. análisis estadístico descriptivo y SPSS ver.21. Concluyendo la tendencia es muy alta en la falta de realización profesional seguida al cansancio emocional y despersonalización.

**Palabras claves:**1) Síndrome de Burnout. 2) sistema de salud público 3) Capital humano.

### Introducción

El ser humano es el eje fundamental para el desarrollo del cualquier país los gobiernos se ocupan en específico por la salud y la educación de su población. En este sentido, la importancia de la salud reside en permitir que el organismo de todo ser vivo mantenga buenos estándares de funcionamiento así puedan realizar las diferentes actividades que contribuyen a el progreso: local, regional y nacional, esta tarea recae en la profesión dedicados a la salud. Los cuales muestran su educación a cada instante.

Por lo que la salud pública es un eje vital en las agendas de todos los países para ello Guanajuato cuenta con un sistema de salud integral. Pionero en brindar asistencia médica con un programa nacional se busca el aseguramiento público y voluntario, mediante cuya finalidad es ampliar la cobertura de servicios de salud para aquellas personas de bajos recursos o bien que trabajen por cuenta propia y que no sean derechohabientes de ninguna institución de seguridad social que avale su cuidado de la salud.

Ante tal reto esta institución crece a paso agigantados y pasa a tener 4 veces más personal que afronte los nuevos retos de brindar atención a la población del Estado de Guanajuato. Efectuándose la contratación de personal en todas las ramas: médicos, paramédicos y administrativos comprometidos en hacer una labor humanística.

En la actualidad el capital humano se ha integrado de manera invisible a la denominada industria humana. (Say,2010) donde la competencia y las exigencias de los usuarios son cada vez más altos, así como los estándares que piden para satisfacer sus necesidades afrontándolas únicamente con sus propias estrategias de afrontamiento.

El hecho es que vivimos una realidad sumamente especial en la que la industria y la organizaciones requieren desarrolla un alto nivel de efectividad y competitividad para mantenerse presentes en la sociedad demandando cambios de actitud hacia el trabajo y el desempeño de sus labores resultado de una demanda excesiva de energía física y mental ahí nace una pérdida progresiva de desmotivación por el trabajo a su vez los cambios de comportamiento produciendo síntomas de ansiedad y depresión a el capital humano relacionándose a el estrés. De manera sigilosa, aparece una patología silenciosa, grave, lenta y letal llamada: “Síndrome de Burnout”. (Ramírez, 2016)

Cristina Maslach por realiza una investigación más profunda en el centro médico de California para el año 1982 en la ciudad de los Ángeles, California. USA. (Maslach, 1982). Definiendo el Síndrome de Burnout como: “Una manifestación comportamental del estrés laboral”. (Maslach, 1982). Aportando la clasificación del SB como un: “síndrome tridimensional” caracterizado por:

1.- Cansancio emocional(CE) o agotamiento emocional (AE). Cuya característica es un estado impaciente activo del profesional. (Maslach, 1982).

2.-Despersonalización (D) o deshumanización (DE). El cual consiste en el desarrollo de actitudes negativas laborales, desarrollo de actitudes relacionadas a la inestabilidad laboral y cinismo hacia los receptores del servicio prestado. (Maslach, 1982).

3.- Falta de realización profesional (FRP) o el trato con clientes y usuarios llamado dificultad para el logro. (Maslach, 1982).

Apasionándole el fenómeno y dedicándose 8 años a perfeccionar una herramienta la cual midiera las dimensiones por lo que nace el: “Maslach Burnout Inventory (MBI)”, reconocido instrumento mundialmente de medición para diagnosticar el SB. (Maslach y Jackson, 1990)

Mientras que Enrique Graue, Rafael Álvarez y Melchor Sánchez, para el año 2015 académicos de la UNAM, manifiestan que el factor detonante de SB es la carga excesiva de responsabilidades en el trabajo, en su mayoría a las mujeres la cual debe ser efectuada en un corto periodo de tiempo. A su vez, la carencia de apoyo de los jefes o compañeros, la ausencia de retroalimentación positiva, percepción de inequidad y la falta de autonomía, son otras causas relacionadas con la aparición de esta enfermedad. (Avendaño,2009).

### Descripción del Método

*Objetivo general.* Determinar la prevalencia del síndrome de Burnout entre los diferentes niveles de atención de salud pública de dicha organización del Estado de Guanajuato.

*Metodología. Esquema de investigación.* Se efectúa un estudio descriptivo transversal, prospectivo, observacional debido a que son los más apegados a la realidad para describir la frecuencia, características, patrones más importantes de esta patología. Identificando los grupos y rangos más vulnerables estableciendo los factores de riesgo que existen en el sistema de salud pública Guanajuato (Thompson, 1998).

Por primera vez existe una investigación la cual abarque diferentes ciudades, lugares e instituciones de diferentes niveles de atención brindada en el Estado de Guanajuato con ello se identificará el estado que presentan los trabajadores en el síndrome de Burnout, realizada dicha investigación a nivel lineal de trabajador a trabajador con lo que los participantes aportan información útil para brindar a trabajadores bienestar y apoyo institucional que frene el síndrome de burnout y el deterioro del capital humano.

*Participantes.* Se estudiaron el 58.14% de todos los diferentes centros públicos de atención en salud Caises, Umaps, Hospitales, Otros (Jurisdicciones, Sectores, etc.) que existen en el estado de Guanajuato. El total de participantes fueron 316 trabajadores de los diferentes códigos: Área Médica 183 participantes (57.9%), Área Paramédica 71 participantes (22.5%), Área Administrativa 46 participantes (14.6%), No contesto 16 trabajadores (5.1%). a técnica de recolección de datos empleada es Inventario de Burnout de Maslach (MBI) en la cual se aplicó a todo el personal que labora en los servicios públicos de salud los cuales brindaron su consentimiento verbal para llenar dicho instrumento.

*Instrumentos.* El equipo de investigación se desplazó a los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) del Estado con la finalidad de obtener un panorama amplio de la perspectiva del SB. Formando por cuatro apartados. La primera sección, se hacia la presentación del estudio, así como el conocimiento informativo.

En la segunda sección se solicitaban las variables sociodemográficas las cuales se relacionarían al SB. La tercera sección se encontraba Inventario de Burnout (MBI) compuesto por 22 ítems en una escala de Likert de 6 puntos, el nivel de medición se entiende como: a mayor puntaje mayor acuerdo con cada una de las preguntas propuestas. Sometido a una escala utilizada para estimar el nivel de Burnout igualmente sometida a un análisis de consistencia interna mostrando un coeficiente Alpha de Cros Bach de 98.89%

*Procedimientos.* El Inventario (MBI) se aplicó en todos los centros de atención de salud público de Guanajuato en los 6 turnos: 1) Matutino comprende de 7:00hrs- 15:00hrs lunes a viernes. 2) Vespertino de 13:00-21:00hrs.3) Nocturno (A) de 20:00 – 8:00hrs los días lunes, miércoles y viernes.4) Nocturno (B) 20:00-8:00hrs. Martes, jueves, sábado. 5) Jornada Acumulada. 8:00-20:00hrs. Sábados, domingos y días festivos. 6) Nocturno (especial) 20:00-8:00hrs, los días domingos. Un integrante del equipo de investigación permaneció cerca de los participantes para responder cualquier duda. La aplicación de los instrumentos se efectuó durante enero- octubre 2015.

### Comentarios Finales

*Análisis de datos.* El primer paso se efectuó un estudio piloto con el fin de comprobar la comprensión de los ítems, sus propiedades psicométricas y explorar la estructura factorial de la escala una vez realizada la traducción del MBI. El análisis factorial exploratorio (AFE) se realiza en el software de FACTOR 7.0.

Después se aplica un análisis Factorial Confirmatorio (AFC) permitiendo probar la estructura una factorial de la escala para finalmente estimar la fiabilidad del instrumento mediante el índice Chonbach. El cual fue inferior a 0.60. Empleando el software de AMOS 16.0.

Estudiando la correlación de Pearson entre las tres dimensiones que comprenden el Síndrome de Burnout (convergente y discriminante) de la adaptación del MBI Teniendo completa la recolección del MBI, los datos se procesaron con el paquete estadístico para ciencias sociales (Minitab. V, 16 por su sigla en inglés). Posteriormente se aplicaron análisis de frecuencias, análisis de contingencia, análisis de correlación, pruebas de hipótesis y análisis de consistencia interna con el programa estadístico SPSS versión 22.0.

*Resultados.* Los resultados de dicha investigación se efectuaron de la siguiente forma agrupados por género dentro del sistema de salud pública de Guanajuato.

*Análisis descriptivo de los resultados sistema de salud pública del Estado de Guanajuato.* Para esta investigación se desarrolla de la siguiente forma participando todos los tipos de unidades siendo los hospitales un 41.5% de la muestra seguidos por los Caises con un 40.8.

Mientras que los códigos se encontró la rama médica es la más alta con un 58%, la más baja es la rama administrativa con un 15%. El tipo de plaza el más alto es de presupuesto federal con un 28% seguido por seguro popular regularizado con un 23%. (Gráfica 1 Sistema de salud público de Gto)

**Grafica1 .-Sistema de salud público de Gto. .**



Fuente: Cuestionario MBI 2015.

Por ser la profesión de enfermería una de la más arraigadas dentro del género femenino con un 64% de los participantes, esto permite un nivel alto de síndrome de burnout.

Su misma genética implica el realizar multitareas combinando la vida laboral con la personal permitiéndole tener mejores estrategias de afrontamiento que el género opuesto. (Tabla 1 Estadística descriptiva de variables sociodemográficas en sistema público de salud en Gto)

**Tabla 1.- Estadística descriptiva de variables sociodemográficas en sistema público de salud en Gto.**

|                   |             | Frecuencia | Porcentaje |
|-------------------|-------------|------------|------------|
| Género            | Masculino   | 113        | 35.8       |
|                   | Femenino    | 203        | 64.2       |
|                   | Total       | 316        | 100.0      |
| Estado civil      | Casado      | 176        | 55.7       |
|                   | Soltero     | 91         | 28.8       |
|                   | Unión libre | 16         | 5.1        |
|                   | Divorciado  | 18         | 5.7        |
|                   | Otro        | 15         | 4.7        |
|                   | Total       | 316        | 100.0      |
| Antigüedad (años) | 0 - 10      | 217        | 68.7       |
|                   | 11 - 20     | 74         | 23.4       |
|                   | 21 o más    | 25         | 7.9        |
|                   | Total       | 316        | 100.0      |
| Edad (años)       | 20 - 29     | 70         | 22.2       |
|                   | 30 - 39     | 114        | 36.1       |
|                   | 40 - 49     | 95         | 30.1       |
|                   | 50 o más    | 37         | 11.7       |
|                   | Total       | 316        | 100.0      |

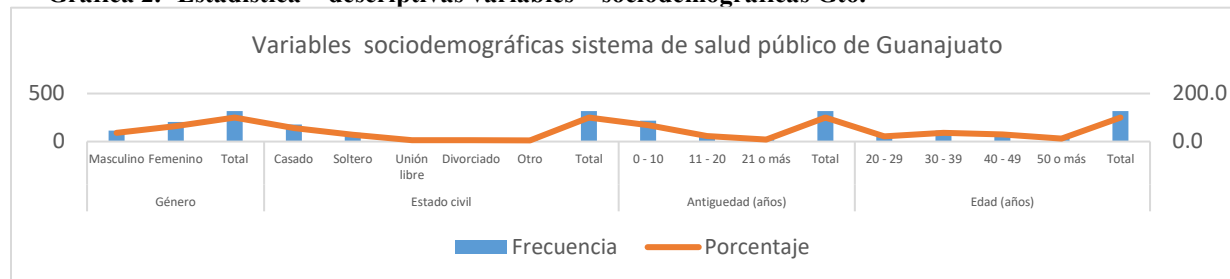
Fuente: Cuestionario MBI 2015.

El 57% está casado lo que les da más estrategias de afrontamiento familiar por la responsabilidad de la manutención de la misma el 69% posee una antigüedad de 0 a 10 años lo que puede indicar la alta rotación de personal que tiene el sistema de salud.

La edad con mayor rango es entre 30 a 39 años con un 36% lo que indica que el sistema está compuesto por gente joven que puede aportar su juventud para brindar un sistema de salud integral para los guanajuatenses.

El Estado civil el 56% es casado por lo que le permite tener mejores estrategias de afrontamiento así mismo tiene de antigüedad de 0 a 10 años con un 69% esto demuestra que existe una rotación constante de personal aun cuando, mientras el rango de edad mayor se encuentra entre 30- 39 años con un 36%. (Gráfica 2 Estadística descriptiva de variables sociodemográficas en sistema público de salud en Gto).

**Gráfica 2.- Estadística descriptivas variables sociodemográficas Gto.**



Fuente: Cuestionario MBI 2015.

**Servicios ofertados en el sistema de salud público de Guanajuato.**

Los centros de trabajo se componen de: Caises, hospitales, Umaps y otros delimitando los servicios por consulta externa, urgencias, ucin, hospitalización, terapia, pediatría, cuidados intensivos, etc. en donde se vea inmersa la rama de enfermería y médico por ello se efectuó de manera general para dicho código. (Tabla 2. Servicio laborable en el sistema de salud público de Gto.)

**Tabla 2. Servicio laborable en el sistema de salud público de Gto.**

| Centro de trabajo | Servicio     | Servicio donde labora |              |           |              |                |              |            |              |           |             | Total      |               |
|-------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------|--------------|----------------|--------------|------------|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|
|                   |              | Enfermería            |              | Médico    |              | Administración |              | Paramédico |              | Otros     |             | fr.        | %             |
|                   |              | fr.                   | %            | fr.       | %            | fr.            | %            | fr.        | %            | fr.       | %           |            |               |
| CAISES            | CAISES       | 42                    | 32.6%        | 22        | 17.1%        | 32             | 24.8%        | 16         | 12.4%        | 17        | 13.2%       | 129        | 100.0%        |
|                   | Hospitales   | 40                    | 30.5%        | 40        | 30.5%        | 24             | 18.3%        | 24         | 18.3%        | 3         | 2.3%        | 131        | 100.0%        |
|                   | UMAPS        | 19                    | 43.2%        | 11        | 25.0%        | 4              | 9.1%         | 8          | 18.2%        | 2         | 4.5%        | 44         | 100.0%        |
|                   | Otros        | 2                     | 16.7%        | 3         | 25.0%        | 4              | 33.3%        | 1          | 8.3%         | 2         | 16.7%       | 12         | 100.0%        |
|                   | <b>Total</b> | <b>103</b>            | <b>32.6%</b> | <b>76</b> | <b>24.1%</b> | <b>64</b>      | <b>20.3%</b> | <b>49</b>  | <b>15.5%</b> | <b>24</b> | <b>7.6%</b> | <b>316</b> | <b>100.0%</b> |

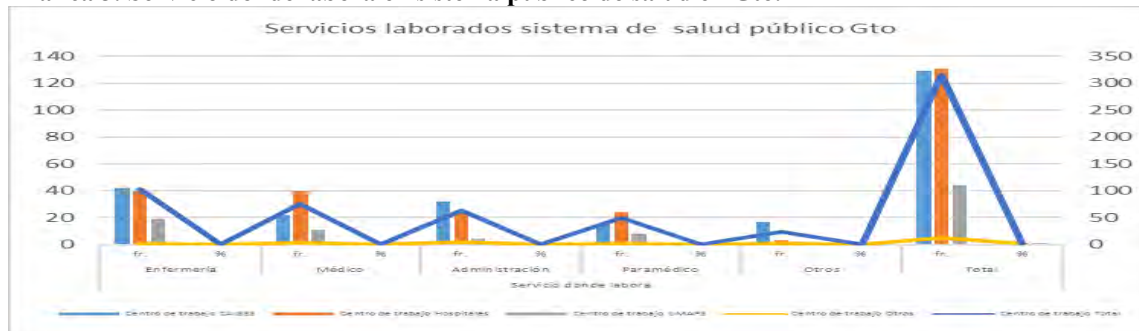
Fuente: Cuestionario MBI 2015.

Los paramédicos se encuentran los servicios como: chofer, laboratorio, cocina, estadística, archivo, farmacia, rayos X, atención de admisión, trabajo social, psicología, filiación de seguro popular, promoción a la salud, rehabilitación, regulación sanitaria, psicología, nutrición, medicina preventiva, etc.

Para la rama administración está vinculada a tareas de secretaria, mantenimiento, lavandería, archivo, atención de usuarios, enseñanzas, compras, atención a usuarios, promoción a la salud, caja, administración, admisión, conmutador, vigilancia, etc. (Tabla 3. Servicio laborable en el sistema de salud público de Gto.)

La rama de enfermería ocupa los niveles más altos ya que existen unidades en donde solamente se cuenta con una enfermera y un médico por lo que desarrolla diversas tareas de distintos perfiles dentro de su jornada de trabajo, esto trae consigo el ser más vulnerable a tener SB por dicha diversidad (Gráfica 3. Servicio donde labora en sistema público de salud en Gto).

**Gráfica 3. Servicio donde labora en sistema público de salud en Gto.**



Fuente: Cuestionario MBI 2015.

Concluyendo que los hospitales cuentan con 30.5% tanto de médicos como de enfermería esto muestra que dicha rama se encuentra cubierta en igualdad la misma proporción se efectúa en el código de paramédico y lo administrativo.

**Análisis global por géneros Vs síndrome de Burnout** El modelo etimológico elaborado desde la teoría socio cognoscitiva del “YO” manifiesta por el modelo de comparación social de Buunk y Schaufeli en 1993. Manifestando que las mujeres son menos propensas a él SB por su misma naturaleza, basados en ello manifiesta la validación de dicho modelo ya que en el sistema de salud público de Guanajuato es cierto (- Tabla 3. Análisis global del Sb en relación a el género en salud )

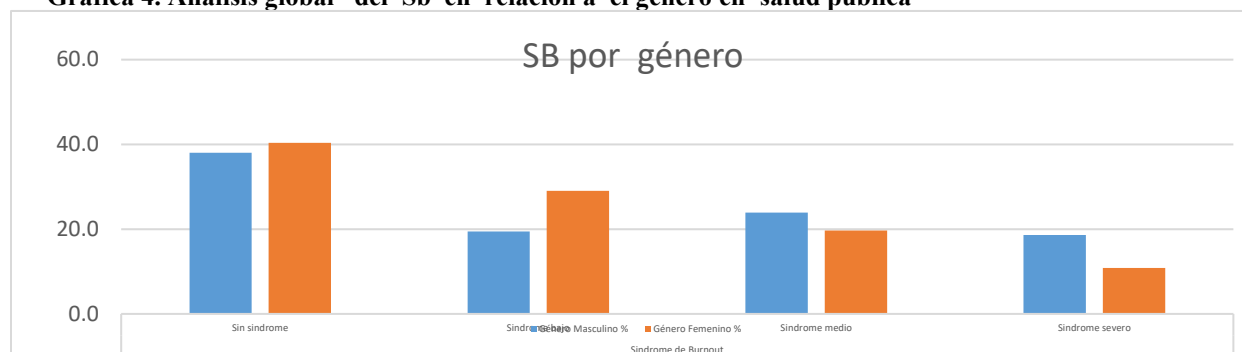
**Tabla 3. Análisis global del Sb en relación a el género en salud**

|                     |                 | Género    |          | Total |
|---------------------|-----------------|-----------|----------|-------|
|                     |                 | Masculino | Femenino |       |
|                     |                 | %         | %        | %     |
| Síndrome de Burnout | Sin síndrome    | 38.1      | 40.4     | 39.6  |
|                     | Síndrome bajo   | 19.5      | 29.1     | 25.6  |
|                     | Síndrome medio  | 23.9      | 19.7     | 21.2  |
|                     | Síndrome severo | 18.6      | 10.8     | 13.6  |
|                     | Total           | 100.0     | 100.0    | 100.0 |

El género femenino manifiesta un 40.4% sin síndrome mientras que en contraparte el género masculino tiene el 38%. En síndrome bajo el género masculino presenta un 19.1% y el femenino un 29% .

El síndrome de Burnout medio se obtiene para las mujeres un 19.7% y los hombres un 24%. El síndrome severo lo presentan el género masculino en un 19% y el femenino en un 11% (Gráfica 4- Análisis global del Sb en relación a el género en salud pública Gto)

**Gráfica 4. Análisis global del Sb en relación a el género en salud pública**



Fuente: Cuestionario MBI 2015.

Concluyendo que el género masculino es más propicio a tener síndrome de Burnout que su opuesto esto se le atribuye a que las mujeres por su misma naturaleza está acostumbrada a efectuar múltiples tareas (labores domésticas, labores del desempeño profesional, cuidado de la familia, etc)

Que se le vuelven con el paso del tiempo un hábito .Por lo que el modelo propuesto por Buunk y Schaufeli se cumple dentro del sistema de salud pública del Estado de Guanajuato.

**Conclusiones**

Los resultados demuestran Por ser la profesión de enfermería en su mayoría del género femenino se interpreta que las mujeres poseen niveles sin síndrome del 40.4% a comparación del sexo opuesto con un 38.1%

para un nivel general del SB bajo con un 29% las mujeres mientras que los hombres un 19.5% en el nivel medio 23.9% los hombres y las mujeres 19.7% .

pero alarmantemente casi se duplica el SB para los hombres con un 18.6% y las mujeres con un 10.8%.

Por lo anterior las categorías del SB en Cansancio emocional en su nivel alto los hombres tienen un 46.9% y las mujeres 10 puntos menos al obtener el 30.4%.

La despersonalización los hombres registraron niveles al doble de las mujeres esto se les atribuye a el llamado instinto maternal que hace ser más sensibles

.Para la falta de realización profesional las mujeres presentan niveles más altos por lo que el nivel educativo es una estrategia de afrontamiento para el síndrome de burnout.

Por lo que la educación holística juega un papel fundamental para afrontar esta categoría del síndrome de burnout.

## Referencias

- Avendaño, C.; Bustos, P.; Espinoza, P.; García, F.; Pierart, T. (2009). «Burnout y apoyo social en personal del Servicio de Psiquiatría de un Hospital Público». *Ciencia y Enfermería* **15** (2): pp. 55-68.
- Bosqued, Marisa (2014). *Quemados, el síndrome del Burnout: qué es y cómo superarlo*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S. A. p. 208.
- Campbell, Jessica; Prochazka, Allan; Gopal, Ravi (2011). «The Need for a Uniform Use of the Construct of Burnout (Letters to the Editor)». *Academic Medicine* **86** (6): pp. 661.
- Freudenberger, H. (1998). «Stress and Burnout and their implication in the Work Environment». En Stellman. *Encyclopaedia of occupational health and safety, vol. I.* (en inglés). Geneva: International Labour
- Martínez Navarro, Sandra del Carmen (2014). «Prevalencia de síndrome de Burnout y percepción de pacientes dipersonal de enfermería de los servicios de medicina 2003». *Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de maestro en Enfermería, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile*. Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile. p. 53. FM M385p 2004.,
- Maslach, Christina; Jackson, Susan (1986). *Maslach burnout inventory manual* (en inglés). Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press, Inc. Maslach, Christina; Schaufeli, Wilmar; Leiter, Michael (2001). «Job Burnout». *Annual Review of Psychology* **52** (1): p. 397-422.
- Fernández Arata, Manuel (2008). «Burnout, Autoeficacia y Estrés en Maestros Peruanos: Tres Estudios Fácticos». *Ciencia & Trabajo* **10** (30): pp. 120–125.
- Napione Berge, María Elena (2008). *¿Cuándo se quema el profesorado?*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. p. 436.
- El Sahili González, Luis Felipe Ali (2011). *Docencia: Riesgos y desafíos*. México, D. F.: Editorial Trillas. p. 224.
- Schaufeli, W.B., Leiter, M.P., Maslach, C., y Jackson, S.E. 2010. Maslach Burnout Inventory - General Survey. En C. Maslach, S.E. Jackson, y M. P. Leiter: *The Maslach Burnout*
- Schaufeli, W.B. y Bakker, A.B. 2014. Job demands, job re-sources and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior*, **25**, 293-315.

## Notas Biográficas

- Ramírez Chávez María Inés. Dra. En administración y gestión empresarial. Línea de investigación gestión del capital humano. Desarrollador de estrategias de talento humano. 13 años de experiencia en salud pública de Gto. Estudiante de doctorado actualmente.
- García Pérez Jesús Ramón. Dr. En administración y gestión empresarial. Amplia experiencia en la docencia. catedrático universitario en diferentes universidades del Estado de Querétaro.
- Flores Estrada David. Médico cirujano. Pionero en la investigación de escenarios óptimos en pro a los trabajadores de salud pública en Guanajuato. Con 38 años de experiencia en dicho sistema.
- Campos Rico Antonio. ex secretario de conflictos del sindicato estatal de trabajadores de salud sec. 37 en el Estado de Guanajuato..

# Liderazgo holístico en salud pública Queretana reto innovador para el siglo XXI

Dra. Ramírez Chávez María Inés <sup>1</sup>, Lic. Ruiz López Manuel Alejandro,  
Tec. Mendoza Zúñiga Andrea <sup>2</sup> y Dr. García Pérez Jesús Ramón. <sup>3</sup>

**Resumen**—El capital humano es el motor que mueve a los sistemas públicos de salud del Estado de Querétaro la directriz a seguir está marcada por un liderazgo organizacional definido por Maxwell como la capacidad para mejorar a las personas en un área, a través de la orientación de un líder. Haciendo referencia a la habilidad o capacidad interpersonal del líder o el proceso a través del cual éste influye, induce y anima a los empleados a llevar a cabo los objetivos de la empresa con entusiasmo y por propia voluntad por lo que en la presente investigación se efectúa un estudio descriptivo transversal, prospectivo en un sistema de salud público incluyendo a todo el Estado a través de un instrumento propio con un muestreo probabilístico una muestra de un 100% de los centros de dicho sistema realizado con el SPSS versión 21

## Introducción

Existen muchas definiciones y conceptos relacionados con el liderazgo, definido por McGregor como “Liderazgo es el proceso que influye sobre los miembros de un equipo, una organización, u otro; para garantizar y/o transformar el desarrollo de las actividades a realizar con el objetivo de dar cumplimiento a lo programado” (vroom,1988).

Por lo que el enfoque en un sistema de salud público del Estado de Querétaro se traduce por la influencia debe ejercerla alguien, que en este caso es el “líder”, y que además existen otras personas que son los seguidores de ese líder, los cuales estarán dispuestos a seguirlo en caso que satisfagan sus necesidades y/o intereses. (Malaret,2003).

Apreciamos que, entre ambos, líderes y seguidores, existe una diferencia de poder, contando los primeros con la posibilidad de tener además del poder legítimo que le da el cargo, con otros poderes como el de experto, el de sancionar, el de premiar y el de referencia. (payares,2004) Las posibilidades de liderazgo se incrementarán en la medida que el líder pueda ejercer un número mayor de fuentes de poder dentro del sistema de salud público por ello no se elimina el poder de los seguidores, que consiste en aplicar distintas variantes en la realización de sus actividades.

Es necesario destacar que todo el que dirige o administra no es un líder, para ello debe desarrollar determinados aspectos como: credibilidad, habilidades humanas, comunicar valores, sensibilidad ante sus seguidores. (Shein,1985) Con su acción transformar el medio y/o el colectivo, o sea, ser un agente de cambio, y otros aspectos que no siempre son desarrollados por los administradores, incluso aun estos últimos con buenos resultados de trabajo. (Cardona,2006). Ante todo, es preciso decir que en un equipo u organización además de contar con líderes que ejerzan el liderazgo a través de su autoridad formal, pueden existir otros que lo sean por su autoridad moral, o sea, que lo ejerzan por decisión del grupo. Ambos “liderazgos” pueden ser ejercidos por una misma persona o por más de una según sea el caso.

El líder debe aplicar un estilo de liderazgo en función de las circunstancias, cambiando el mismo, si es necesario, o utilizando combinaciones en los casos prudentes. (Freeman,1994).

El liderazgo ante todo debe ser eficaz de manera integral, y por la influencia y repercusión que tiene sobre los seguidores debe ser portador de una ética social que permita la transparencia y la honestidad en todas las actuaciones y decisiones. (Hax,1997)

En sentido general, es un proceso que interrelaciona al líder, al seguidor, a la situación existente en ese momento y a las actividades que se realizan. Debe ser capaz de incrementar la cohesión del equipo de trabajo para ello se efectúa el enfoque como función de la organización pública de salud. (Chavez,2006)

Este estudio no se basa en la determinación de los rasgos o en la conducta o comportamiento de las personas con relación al liderazgo, sino en lo relacionado intrínsecamente con el equipo o grupo.

<sup>1</sup> Dra. Ramírez Chávez María Inés. Doctor en administración y gestión empresarial cuenta con 13 años de experiencia en un sistema de salud pública del Estado de Guanajuato. Catedrático en diferentes universidades de los Estados de Guanajuato,

Michoacán y Querétaro. Línea de investigación capital humano [ramicha\\_9@yahoo.com.mx](mailto:ramicha_9@yahoo.com.mx)

Lic. Ruiz López Manuel Alejandro líder carismático actualmente delegado estatal del IMSS en el Estado de Querétaro.

[manuel.ruizlo@imss.gob.mx](mailto:manuel.ruizlo@imss.gob.mx)

Tec. Mendoza Zúñiga Andrea. Amplia gestión del conocimiento en la delegación estatal del IMSS en el Estado de Querétaro [andrea,mendoza@imss.gob.mx](mailto:andrea,mendoza@imss.gob.mx).

<sup>3</sup> Dr. García Pérez Jesús Ramón. Doctor en administración y gestión empresarial. Cuya línea de investigación es capital humano y mercadotecnia. [gapmkt@hotmail.com](mailto:gapmkt@hotmail.com)

Todo equipo para desarrollar la labor que le ha sido asignada, tiene determinadas necesidades, una de las cuales es la de un líder que actúe en representación del grupo el cual se hace cada vez más necesario en dependencia de las complejidades del grupo, tanto por el trabajo a realizar, como por las relaciones a desplegar. (Buckinham,2000).

El líder es valorado, por el grupo, por sus capacidades para dar solución a los problemas presentados, así como para el cumplimiento de sus objetivos. (Randam,1982).

Enfocándose en la habilidad del líder el sistema de salud pública de Querétaro se ha orientado en el trayecto a seguir de manera holística, a través de la estimulación, de todas las áreas que conforman dicho sistema de salud; potenciando al máximo cada una de ellas y logrando, a través de la creatividad, la consecución de objetivos y la satisfacción de las necesidades de los usuarios. (Iñiguez,2000)

Por lo que John Maxwell establece que el liderazgo organizacional representa la capacidad para mejorar a las personas en un área, a través de la orientación de un líder, el cual define como aquel que tiene esa capacidad de influencia sobre sus subordinados mejoran sus aptitudes y capacidades. (Jay,1995).

Haciendo referencia a la habilidad o capacidad interpersonal del líder o el proceso a través del cual éste influye, induce y anima (Tannerbaum,1980). A los profesionales sanitarios a llevar a cabo los objetivos primordiales del sistema de salud pública Queretana con entusiasmo y por propia voluntad el reflejo de dicho liderazgo holístico está evidenciado por la disminución de las quejas presentadas por los derechohabientes el mejorar día a día la percepción ciudadana del servicio es un reto del siglo XX solo afrontado con un liderazgo holístico. Auxiliados por la coordinación delegacional de atención y orientación al derechohabiente.

### Descripción del Método

*Objetivo general.* Determinar la prevalencia de las quejas efectuadas en julio 2016 en los diferentes niveles de atención de salud pública de dicha organización del Estado de Querétaro

*Metodología. Esquema de investigación.* Se efectúa un estudio descriptivo transversal, prospectivo, observacional debido a que son los más apegados a la realidad para describir la frecuencia, características, patrones más importantes de dichas quejas. Identificando los grupos y rangos más vulnerables estableciendo los factores de riesgo que existen en el sistema de salud pública Queretana.

La investigación abarca diferentes ciudades, lugares e instituciones de diferentes niveles de atención brindada con ello se identificará la percepción del derechohabiente a el servicio brindado aportando información útil para brindar un servicio humano e institucional dando la pauta para desarrollar estrategias de liderazgo holísticas en por a los derechohabientes.

*Participantes.* Se estudiaron el 100% de todos los diferentes centros públicos de atención en salud que existen en el Estado de Querétaro. El total de unidades participantes fueron 14 la técnica de recolección de datos empleada es un cuestionario propio el cual está disponible en todas las unidades de salud de manera clara y abierta ubicado en diferentes puntos estratégicos como son los accesos principales de cada unidad en donde el derechohabiente manifiesta su queja de forma anónima o abierta de manera confidencial.

*Instrumentos.* El equipo de investigación se desplazó a los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) del Estado con la finalidad de obtener un panorama amplio de la perspectiva del derechohabiente. Formando por cuatro apartados. La primera sección, se hacia la presentación del estudio, así como el conocimiento informativo en donde se explicaba la finalidad de conocer la percepción ciudadana.

En la segunda sección se solicitaban las variables sociodemográficas las cuales se relacionarían a los diferentes tipos de quejas presentadas. La tercera sección se encontraba un espacio en donde se redacta de manera libre la queja a través de la escala de Likert se pide la autoevaluación de la querrela para luego someterse a un análisis de consistencia interna mostrando un coeficiente Alpha de Cros Bach de 98.89%

*Procedimientos.* El cuestionario se efectúa de manera libre y anónima a todos los derechohabientes que perciban una situación que amerita una queja dentro de las 14 unidades de salud midiendo el periodo de julio 2016

### Comentarios Finales

*Análisis de datos.* El primer paso se efectuó un estudio piloto con el fin de comprobar la comprensión de los ítems, sus propiedades psicométricas y explorar la estructura factorial. El análisis factorial exploratorio (AFE) se realiza en el software de FACTOR 7.0.

Después se aplica un análisis Factorial Confirmatorio (AFC) permitiendo probar la estructura una factorial de la escala para finalmente estimar la fiabilidad del instrumento mediante el índice Chonbach. El cual fue inferior a 0.60. Empleando el software de AMOS 16.0.

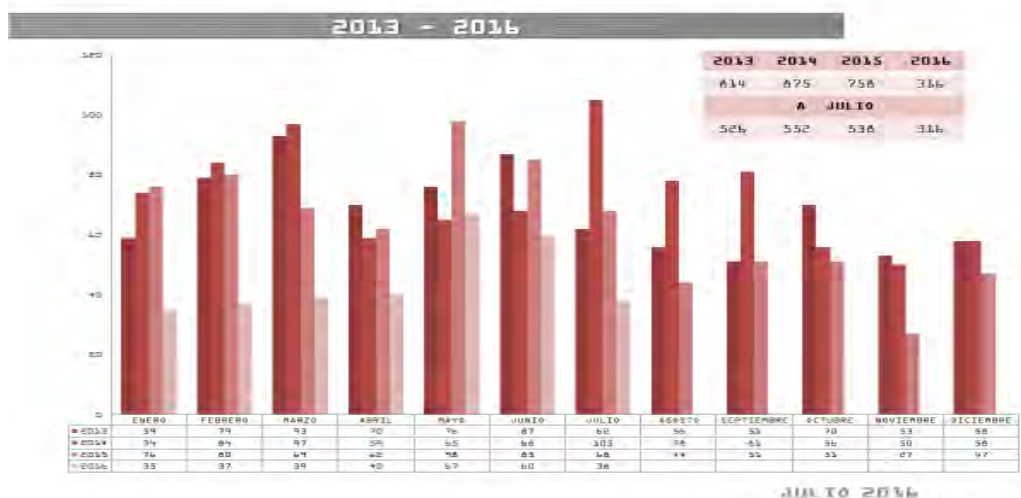


Estudiando la correlación de Pearson entre las categorías de las querellas presentadas los datos se procesaron con el paquete estadístico para ciencias sociales (Minitab. V, 16 por su sigla en inglés). Posteriormente se aplicaron análisis de frecuencias, análisis de contingencia, análisis de correlación, pruebas de hipótesis y análisis de consistencia interna con el programa estadístico SPSS versión 22.0.

**Resultados.** Los resultados de dicha investigación se efectuaron de la siguiente forma

**Análisis descriptivo de los resultados,** Para esta investigación se desarrolla una línea de tiempo de dichas querellas de los años del 2013 hasta julio 2016. Esto con la finalidad de medir la influencia del liderazgo en las actitudes de los miembros del sistema de salud público Queretano. (Gráfica 1. Línea de tiempo 2013 a julio 2016).

**Gráfica 1. Línea de tiempo 2013 a julio 2016.**

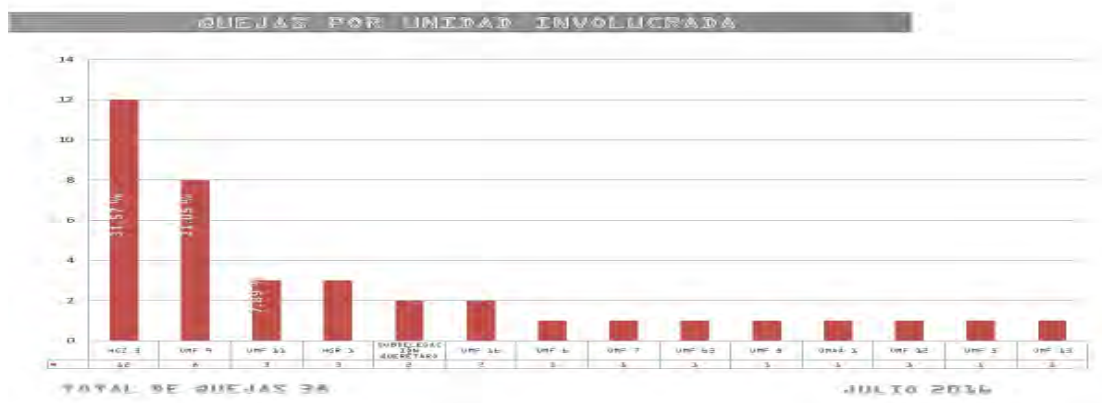


Fuente: Elaboración propia

Los resultados demuestran que en el año 2013 se recibieron 814 quejas, para el 2014 fueron 875 la cual es la más alta analizada en el 2015 fueron 758 de enero a julio del 2016 son 316, siendo julio del 2014 el nivel máximo con 105 en contraparte en julio 2016 se tienen 38 querellas es decir se redujo en un 63.809% en comparación a el mismo periodo del año 2014. Esta baja se le atribuye al liderazgo holístico que actualmente se tiene en dicho sistema.

Para dicho periodo se analizan las quejas por unidades atribuyendo esto a el liderazgo holístico ejercido actualmente. La quejas por unidad el 31.57% está en el hospital general número 3 con un 31.57%, seguido de la unidad de medicina familiar número 9 con un 21.05% por último la unidad de medicina familia número 11 con el 7.89%(Gráfica 2.-Quejas por unidad involucrada)

**Gráfica 2.-Quejas por unidad involucrada**



Fuente: Elaboración propia

El motivo de las quejas en julio 2016 están relacionadas a los siguiente: maltrato con un 29.94%, seguidos por una inadecuada información con un 21.05% y por ultimo errores relacionados en su mayoría a agendar citas en días inhábiles con un 18.92%. (Gráfica 3. Quejas por motivo).

**Grafica 3. Quejas por motivo**



Fuente: Elaboración propia

Las quejas por supuesto maltrato se indagan para conocer ambos puntos de vista del personal involucrado por lo ello en el hospital general de zona número 3 se investiga a el servicio y al profesional sanitario teniendo un total de 3 quejas, seguido por la unidad de medicina familiar número 9 con 2 por último unidad médico familiar número 9 con 1. (Tabla1.- Quejas por supuesto maltrato/unidad, servicio y personal)

**Tabla1.- Quejas por supuesto maltrato/unidad, servicio y personal**

| Unidad Involucrada  | Servicio involucrado             | Personal involucrado | Quejas    |
|---------------------|----------------------------------|----------------------|-----------|
| HGZ 3               | CONSULTA DE ESPECIALIDADES       | MÉDICO NO FAMILIAR   | 3         |
|                     | AUXILIAR DE DIAGNOSTICO          | TERAPISTA FÍSICA(O)  | 1         |
|                     | URGENCIAS                        | TÉCNICA(O) MÉDICA(O) | 1         |
| <b>Total HGZ 3</b>  |                                  |                      | <b>4</b>  |
| UMF 9               | CONSULTA EXTERNA                 | MÉDICO FAMILIAR      | 1         |
|                     | MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN | ASISTENTE MÉDICA     | 1         |
| <b>Total UMF 9</b>  |                                  |                      | <b>2</b>  |
| UMF L3              | CONSULTA EXTERNA                 | MÉDICO FAMILIAR      | 1         |
| <b>Total UMF L3</b> |                                  |                      | <b>1</b>  |
| URAA 1              | CONSULTA DE ESPECIALIDADES       | MÉDICO NO FAMILIAR   | 1         |
| <b>Total URAA 1</b> |                                  |                      | <b>1</b>  |
| UMF 5               | URGENCIAS                        | MÉDICO NO FAMILIAR   | 1         |
| <b>Total UMF 5</b>  |                                  |                      | <b>1</b>  |
| <b>Total</b>        |                                  |                      | <b>11</b> |

Fuente: Elaboración propia

Una de las estrategias en este liderazgo holístico es darle seguimiento a las quejas haciendo acciones que ayuden a la percepción del derechohabiente queretano implementando un curso de comunicación efectiva en el hospital general de zona número 3 se hicieron acciones principalmente en la consulta de especialidades (Tabla2.- Hospital general zona número 3 Quejas por supuesto maltrato julio 2016).

**Tabla2.- Hospital general zona número 3 Quejas por supuesto maltrato julio 2016.**

| Servicio Involucrado       | Personal involucrado | Queja   | Acción Realizada  |
|----------------------------|----------------------|---|---|
| CONSULTA DE ESPECIALIDADES | MÉDICO NO FAMILIAR   | EL SR. SE DERIVÓ A CONSULTA POR UN SUPUESTO MALTRATO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... | SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... |
| AUXILIAR DE DIAGNOSTICO    | TERAPISTA FÍSICA(O)  | SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO...   | SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... |
| URGENCIAS                  | ASISTENTE MÉDICA     | SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO...   | SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... SE HIZO UN SEGUIMIENTO... |

En la clínica de medicina familiar número 9 las mayores querellas se presentan en el turno matutino por lo que se le da acompañamiento a el derechohabiente para que cambie la percepción del sistema de salud publico queretano (Tabla3. Acompañamiento a los afectados quejas efectuadas en unidad médico familiar número 9 en julio 2016)

**Tabla3. Acompañamiento a los afectados quejas efectuadas en unidad médico familiar número 9 en julio 2016**

| QUEJAS UNF #09                   |   |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|
| Servicio involucrado             | Personal involucrado  | Queja  | Acción Realizada  |
| AFILIACIÓN VIGENCIA              | AÑO:<br>NOMBRE: CRISTIAN RIVERA<br>TURNO: MATUTINO                      | LA PACIENTE MENCIONA QUE NO HAY LETREROS EN AFILIACIÓN VIGENCIA EN DONDE SE ESPECIFIQUE EL HORARIO PARA REGISTRO DE BENEFICIARIOS PADRES.  | SE LETRERO CON LA INFORMACIÓN DEL HORARIO SE EXHIBE SE ENCUENTRA UNA LAMINA PEGADA EN LA VENTANILA DEL SERVICIO.      |
| MEDICINA FISICA Y REHABILITACIÓN | ASISTENTE MÉDICA<br>NOMBRE: ROSA SANCHEZ<br>TURNO: MATUTINO             | EL PACIENTE MENCIONA QUE LA ASISTENTE MEDICA NO ES AMABLE, NO CONTESTA EL SALUDO E IGNORA A LA GENTE.  | SE EXHORTÓ DE MANERA VERBAL AL PERSONAL INVOLUCRADO.  |
| URGENCIAS                        | URGENCIOLDO<br>NOMBRE: DR. JAVIER PEREZ<br>NIMENEZ<br>TURNO: VESPERTINO | SE QUEJA PORQUE DICERON DE ALTA A SU MENOR HIJO DEL SERVICIO DE URGENCIAS, REFIEREN QUE QUIEREN RESPUESTA RAPIDA A LA QUEJA O SE IRAN A LO LEGAL, SOLICITAN REEMBOLSO DE LO GASTADO. | EL DIRECTOR DE LA UNF No 9 HABLA CON EL MÉDICO, SE REVISLA LA NOTA Y LO INVITA A QUE TUVIERA MAS PROCESO DE ATENCIÓN. |
| CONSULTA EXTERNA                 | AÑO:<br>NOMBRE: NALLELI CALZADA<br>JIREMEZ<br>TURNO: MATUTINO           | LA PACIENTE MENCIONA QUE NO RECIBIÓ LA INFORMACIÓN ADECUADA Y SUFICIENTE POR PERSONAL DE ESTA UNIDAD.  | SE PROPORCIONA LA INFORMACIÓN SOLICITADA A LA PACIENTE EN EL MÓDULO DE ATENCIÓN Y ORIENTACIÓN.                        |

JULIO 2016

Fuente: Elaboración propia

Culminando con esta investigación se efectúa de los 32 quejas recibidas en el mes de julio el 62.5% se han resuelto favorablemente en pro de general un clima laborable favorable para ello se erogaron un total de \$194,230.74 M/N.(Tabla 4. Estatus de quejas de julio 2016).

**Tabla 4. Estatus de quejas de julio 2016.**

**ESTATUS DE LAS QUEJAS**  
**DE LAS 32 QUEJAS RECIBIDAS, SE HAN CONCLUIDO 20 DE LAS SIGUIENTES UNIDADES:**

| Unidades Médicas y Hospitalarias | Recibidas | En trámite | Terminadas por Oficio | Improcedentes | Procedentes | Total de Erogaciones por Unidad |
|----------------------------------|-----------|------------|-----------------------|---------------|-------------|---------------------------------|
| H-G-R- No. 1                     | 14        | 6          | 0                     | 6             | 2           | \$143,711.76                    |
| H-G-Z- No. 3                     | 10        | 3          | 0                     | 6             | 1           | \$24,567.00                     |
| U-M-F- No. 13                    | 2         | 2          | 0                     | 0             | 0           | \$0.00                          |
| U-M-F- No. 7                     | 1         | 0          | 0                     | 1             | 0           | \$0.00                          |
| U-M-F- No. 10                    | 1         | 0          | 0                     | 1             | 0           | \$0.00                          |
| U-M-F- No. 9                     | 1         | 0          | 0                     | 0             | 1           | \$25,951.98                     |
| U-M-F- No. 15                    | 1         | 0          | 0                     | 1             | 0           | \$0.00                          |
| U-M-F- No. 4                     | 1         | 1          | 0                     | 0             | 0           | \$0.00                          |
| U-M-A-A-                         | 1         | 0          | 0                     | 1             | 0           | \$0.00                          |
| <b>TOTALES=</b>                  | <b>32</b> | <b>12</b>  | <b>0</b>              | <b>16</b>     | <b>4</b>    | <b>\$194,230.74</b>             |

JULIO 2016

Fuente: Elaboración propia

### Conclusiones

El liderazgo holístico ejercido en este sistema de salud ha permitido tener en el mes de julio del 2016 la tasa más baja de querellas presentadas por los derechohabientes de este sistema de salud público del Estado de Querétaro, gracias a la influencia de las teorías de liderazgo aplicadas a los profesionales sanitarios se a consolidado un sistema fuerte en todos los aspectos: infraestructura y capital humano este último es el que mueve dicho sistema por ello la tarea fundamental del líder del sistema está enfocado en hacerle frente a los nuevos retos que marca el siglo XX en donde la era de la comunicación en tiempo real crece a pasos agigantados en un mundo globalizado.

### Referencias

- Buckingham, M. & Coffman, C. (2000). *Primero, rompa todas las reglas*. Bogotá: Editorial Norma S. A. Burns, J. M. (1978). *Leadership*. New York: Harper & Row.
- Cardona Labarga, J.M., Cardona Patau, S., Cardona Patau, A. (2006). *Liderazgo y gestión por 8 hábitos*. España: Ed. Díaz de Santos.
- Chávez Martínez, G. (2006). *Desarrollo de habilidades directivas*. México DF: Ed. Sicco S.A. Deming, W. E. (1998). *La nueva economía*. Madrid: Ed. Díaz de Santos
- Hax, A. & Majluf, N. (1997). *Estrategia para el liderazgo competitivo*. Buenos Aires: Dolmen.
- Hunt, J. W. (1993). *La dirección de personal en la empresa*. España: McGraw Hill. Interamericana de España.
- Íñiguez de Onzoño, S. (2000). *Las habilidades del directivo del siglo XXI*. Extraído el 24 de octubre de 2000 de [www.nueva economia.com](http://www.nueva economia.com)
- Jay, R. (1995). *Como crear un equipo directivo*. Barcelona: Ediciones Folio S.A.
- Malaret, J. (2003). *Liderazgo de equipos con entusiasmo estratégico*. España: Ed. Díaz de Santos.
- Payeras, J. (2004). *Coaching y liderazgo*. España: Ed. Díaz de Santos. *A passion for excellence*. New York: Random House.
- Peters, T. & Waterman, R. Jr. (1982). *In search of excellence*. New York: Harper & Row.
- Ros, Jay. (1995). *Como crear un equipo directivo*. Barcelona: Folio S. A.
- Schein, E. H. (1985). *Organizational culture and leadership*. San Francisco: Josey Bass.
- Smith, P. E. & Peterson, M. F. (1988). *Leadership, organizations and culture*. Londres: Sage
- Stonner, J., Freeman, R.E. y Gilbert, D. (1994). *Administración*. 6. Edición. La Habana. Escuela de Hotelera y Turismo. ediciones Balzon.
- Tannenbaum, R. & Schmidt, W. (1980). *La elección de un modelo de dirección*. Bilbao: Ediciones Deusto.
- Vroom, V. H. & Jago, A. G. (1988). *The new leadership: Management participation in organizations*. Englewood Cliffs N. J.: Prentice Hall.

### Notas Biográficas

**Dra. Ramírez Chávez María Inés** Dra. En administración y gestión empresarial. Línea de investigación gestión del capital humano. Desarrollador de estrategias de talento humano. 13 años de experiencia en salud pública de Gto. Estudiante de doctorado actualmente.

**Lic. Ruiz López Manuel Alejandro** .Egresado de la carrera en administración de empresas, por el Tecnológico de Monterrey, y de Derecho, por la Universidad Abierta de Celaya, Empresario líder en el ramo de: materiales para construcción, grúas y montacargas, con gran actividad profesional enfocada a la obras públicas queretanas ; también ha participado en la cámara de comercio y turismo. Actualmente funge como delegado del Instituto Mexicano del Seguro Social en el Estado, de Querétaro [manuel.ruizlo@imss.gob.mx](mailto:manuel.ruizlo@imss.gob.mx).

**Tec. Mendoza Zúñiga Andrea**. Estudiante de la licenciatura en administración por la universidad del centro del bajo campus Querétaro. Cuenta con una amplia gestión del conocimiento dentro del sistema de salud pública IMSS delegación Querétaro [andrea.mendoza@imss.gob.mx](mailto:andrea.mendoza@imss.gob.mx)

**Dr. García Pérez Jesús Ramón**. Doctor en administración y gestión empresarial. Cuenta con 20 años de experiencia docencia en el Estado de Querétaro. A participado en diferentes congresos internacionales y nacionales con diversas línea de investigación en donde destaca capital humano y mercadotecnia. [gapmkt@hotmail.com](mailto:gapmkt@hotmail.com)

# La Aplicación del Modelo de Aula Invertida en Educación Superior

M.C. Nydia Esther Ramírez Escamilla<sup>1</sup>, Dra. Valeria Paola González Duéñez<sup>2</sup>, M.C. José Luis Arredondo Díaz<sup>3</sup>

## RESUMEN

La idiosincrasia de los estudiantes de educación superior ha provocado un cambio en las metodologías docentes, el uso de nuevas tecnologías por parte de los estudiantes compromete al docente a incorporar materiales utilizando estas nuevas tecnologías.

La innovación educativa intenta con ello tratar capturar la atención del estudiante de Educación Superior y de motivar a un aprendizaje significativo. Una de estas nuevas metodologías es el modelo de Aula Invertida (MAI) (flipped classroom) utilizando dicho modelo en la unidad de aprendizaje de ingeniería económica de proyectos de la Facultad De Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León se realizó un experimento piloto (con una muestra de 20 estudiantes divididos en dos grupos) durante el último curso intersemestral.

El presente documento analiza el rendimiento académico de los estudiantes trabajando con el MAI y su percepción con respecto al modelo describiendo la metodología utilizada y las conclusiones obtenidas.

## PALABRAS CLAVES

Innovación-Educativa, Educación-Superior, Aula-Invertida

## ABSTRACT

*The idiosyncrasy of students in higher education has led to a change in teaching methods , the use of new technologies by students committed teachers to incorporate materials using these new technologies,*

*this educational innovation attempts thus try to capture student attention higher education and encourage meaningful learning. One of these new methodologies is the model Flipped classroom (aula invertida ) using this model in the course of economic engineering faculty of mechanical engineering at the Autonomous University of Nuevo Leon a pilot experiment was performed ( with a sample of 20 students divided in two groups) during the last intersemestral course,*

*this paper analyzes the academic performance of students and the perception of them from the model, describing the methodology used and the conclusions drawn.*

## KEYWORDS

*Educational-Innovation , Higher-Education, Flipped-Classroom*

## INTRODUCCIÓN

Los estudiantes de educación superior han provocado una evolución en las metodologías docentes, como por ejemplo, la implementación de nuevas tecnologías por parte de los estudiantes compromete al docente a incorporar recursos didácticos.

La Organización para la Competitividad y Desarrollo Económico (OCDE), busca que los estudiantes potencialicen su formación en beneficio de ellos mismos. En este sentido, la Universidad Autónoma de Nuevo León como institución de Educación Superior comprometida con la educación de calidad ha implementado un modelo de

<sup>1</sup> *Nydia Esther Ramírez Escamilla, MC* es Profesor en la Universidad Autónoma De Nuevo León, San Nicolás De Los Garza, Nuevo León, México. [nyraes@hotmail.com](mailto:nyraes@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> *Valeria Paola González Duéñez PhD.* es Profesor en la Universidad Autónoma De Nuevo León, San Nicolás De Los Garza, Nuevo León, México. [valeria.gonzalezdn@uanl.edu.mx](mailto:valeria.gonzalezdn@uanl.edu.mx)

<sup>3</sup> *José Luis Arredondo Díaz, MC* es Profesor en la Universidad Autónoma De Nuevo León, San Nicolás De Los Garza, Nuevo León, México. [jlaredondodiaz@gmail.com](mailto:jlaredondodiaz@gmail.com)

innovación educativa logrando en los estudiantes un aprendizaje significativo. Una de estas nuevas metodologías es el modelo de aula invertida (*flipped classroom*).

## MARCO TEÓRICO

El modelo propuesto por primera vez por Jonathan Bergmann<sup>1</sup> y Aaron Sams<sup>2</sup>, en 2006, los dos empezaron a enseñar química en Woodland Park High School en Woodland Park, Colorado. Jonathan provenía de Denver y Aarón desde el sur de California. A partir de una revista leída por Aarón respecto a un software que permitía generar presentaciones con audio y convertirlas en video, en el 2007 utilizando dicho software empezaron a generar material para ser utilizado en línea por sus alumnos y con ello introdujeron y robustecieron el concepto de aula invertida (*flipped classroom*)<sup>3</sup> modificando el sistema tradicional del aula de clases y sustituyendo las actividades que regularmente se realizaban en el aula por aquellas actividades que los estudiantes realizaban extra aula, es decir, aquellas tareas que regularmente el estudiante realizaba fuera del aula se realizan dentro de clase bajo la supervisión del docente.

Por lo tanto, los contenidos teóricos que tradicionalmente se impartían a través del docente en el salón de clases deberán ser asimilados por el alumno en sesiones fuera del salón de clases lo cual implica para el estudiante la dedicación de tiempo extra aula para la asimilación de dichos contenidos, apoyado por material proporcionado por el profesor en formato digital (documentos, videos, etc.)

En el modelo de aula invertida la clase está centrada en el estudiante y no en el maestro. El modelo propicia un ambiente de aprendizaje, en el cual el estudiante busca a partir de su propia autonomía la adquisición del conocimiento mediada por actividades participativas en el salón de clase.

En el aula inversa, el docente deberá estar supervisando continuamente a sus estudiantes actuando como facilitador de información cuando es requerida y evaluando el trabajo realizado.

Así como este modelo educativo de aula inversa exige mayor participación del docente, también, los estudiantes deberán tener un mayor compromiso, dado que, cada estudiante deberá realizar un trabajo previo a la asistencia al salón de clases, pues, de ello dependerá la efectividad y aprovechamiento de este modelo. Podemos señalar algunas ventajas<sup>4</sup> del este modelo como son:

- Este modelo permite al maestro hablar el lenguaje de los estudiantes actuales utilizando nuevas tecnologías dado que muchos de los estudiantes de hoy en día crecieron teniendo a su alcance muchos recursos digitales (internet, Facebook, YouTube etc.).
- Proporciona ayuda a los estudiantes ocupados, algunos de nuestros estudiantes, forman parte de algún equipo representativo o bien son deportistas destacados que viajan con cierta frecuencia, otros son trabajadores de tiempo completo, esto no les permite asistir a las aulas de manera regular por lo cual el método de aula invertida les permite no perder ningún material.
- En el caso de los estudiantes de capacidades diferentes este método permite al alumno reproducir el material tantas veces como considere necesario para adquirir la información lo que no ocurre en el modelo tradicional.
- Incrementa la comunicación entre el estudiante y el docente y también la comunicación entre pares, compartiendo información y conocimiento de forma más directa e involucrando a los estudiantes en el proceso formativo.
- Se crea un ambiente colaborativo y participativo en el aula que involucra docente - alumno.

Tomando en cuenta las bondades del modelo, una reflexión que surge es si esta innovación metodológica podría contribuir a mejorar el rendimiento académico de nuestros estudiantes en la unidad de aprendizaje de ingeniería económica de proyectos, el cual presenta cierto grado de dificultad para nuestros estudiantes.

Entendiendo por rendimiento académico las capacidades y el conocimiento del alumno obtenidas en el proceso formativo del entorno escolar básico, medio superior o superior evaluadas mediante exámenes o actividades dentro del aula o fuera de ella.

De acuerdo a Benítez, Gimenes y Osicka<sup>5</sup>, los factores que pueden influir en el rendimiento académico pueden ser socioeconómicos, la amplitud de los programas de estudio, las metodologías de enseñanza utilizadas, la dificultad de emplear una enseñanza personalizada, los conceptos previos que tienen los alumnos, así como el nivel de pensamiento formal de los mismos.

Por lo cual la pregunta que surge al respecto es ¿un cambio de metodología ayudará a nuestros estudiantes a tener un mejor rendimiento académico? Y como percibirían estos la innovación del modelo de aula inversa?.

La percepción proviene de la palabra latín “perceptio” que significa percibir, recolectar o tomar posesión de algo, la percepción es entendida por la psicología como el primer momento de la elaboración cognoscitiva, es decir la primera instancia en la cual la información recibida se transforma en un elemento conocible y comprensible<sup>6</sup>.

La percepción entendida como los “Procesos cognitivos de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentra el aprendizaje, la memoria y la simbolización”<sup>7</sup>.

Por lo cual podemos considerar que la percepción es un proceso cognitivo que permite apropiarse del conocimiento utilizando procesos tales como el aprendizaje la memoria y la simbolización.

## METODOLOGÍA

### *Características de la Muestra*

Se utilizó una muestra piloto de 20 estudiantes evaluados de forma aleatoria de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León 11 de la carreras Ingeniero Administrador de Sistemas y 7 Ingeniero Mecánico Administrador 2 estudiantes no proporcionaron la información quienes dentro de su plan de estudios cursan la unidad de aprendizaje de ingeniería económica de proyectos entre el cuarto y noveno semestre.

El análisis se realizó en un curso intersemestral con una frecuencia de 3 horas al día. Esta muestra se dividió en dos grupos, en el primer grupo se trabajó de manera individual en el segundo grupo se trabajó por equipos de 3 personas, al inicio del curso se informó al alumno de la utilización de una nueva metodología y las características, así como también se les permitió establecer las dinámicas de trabajo colaborativo y los integrantes de cada equipo.

Cabe mencionar que el 40% de los alumnos cursaba la unidad de aprendizaje por primera vez un 50% ya habían cursado la unidad de aprendizaje y su rendimiento académico fue no conforme y un 10 % no contestó

### *Instrumentos*

Se propone un instrumento de medición (experimental) que contiene 4 variables, percepción (4 ítems), comunicación con pares y docentes (4 ítems), aprendizaje en el modelo (4 ítems) e infraestructura (ítem abierto). Para realizar una prueba de confiabilidad se utilizó el Alfa de Cronbach, obteniéndose los siguientes resultados, véase la Tabla 1.

Tabla 1. Alfa de Cronbach

| <i>Variable</i> | <i>Alfa de Cronbach</i> |
|-----------------|-------------------------|
| Percepción      | 0.671                   |
| Comunicación    | 0.761                   |
| Aprendizaje     | 0.667                   |

De acuerdo a los resultados obtenidos, hemos decidido mejorar dicho instrumento de medición con la finalidad de mejorar los resultados. Además se obtuvieron los datos del Rendimiento académico de los alumnos con el modelo tradicional y el modelo de aula invertida.

Del cual solo se utilizara la variable de percepción y rendimiento académico y el resto de las variables serán considerados en estudios posteriores

## RESULTADOS

En la variable de percepción el 85% perciben que el modelo fomenta el aprendizaje significativo un 5% le es indiferente y un 10% no contestó.

Figura 1



Un 90% de los alumnos perciben que las lecturas y los ejemplos empleados por el docente coadyuvan al logro de los objetivos un 10% no contestó.

Figura 2



La percepción de los alumnos en cuanto que el que el maestro les informara de los objetivos ayudo a mejorar el rendimiento académico es el 90% opina que si el 10% no contestó.

Figura 3



En cuanto al rendimiento académico un 85% opinan que el modelo mejora el rendimiento académico un 5% está en desacuerdo y un 10% no contestó.



Figura 4



Un 27% opina que el modelo debería ser manejado de manera individual el 73% restante en equipo para confirmar esta percepción podemos observar que las calificaciones obtenidas en las evaluaciones del Rendimiento académico mediante el trabajo colaborativo son calificaciones más altas en promedio (93) que las del grupo que trabajo de manera individual (79).

Figura 5



Al realizar un análisis comparativo entre el rendimiento académico del modelo tradicional y el rendimiento académico obtenido por el modelo de aula invertida se obtuvo en promedio un 51% de mejora.

## CONCLUSIONES

De manera global podemos mencionar que el utilizar esta innovación metodológica de aula inversa permite a los alumnos mejorar su desempeño académico con respecto al modelo tradicional así como también manejar su tiempo de acuerdo a su disponibilidad en cuanto a estudiar las lecciones teóricas fuera del aula, además de fomentar el trabajo colaborativo.

Se considera para estudios posteriores mejorar el instrumento de medición de tal manera que permita evaluar si el modelo contribuye a mejorar la comunicación con pares y docentes además de considerar cuales son los requerimientos de nuestros estudiantes para la aplicación de este modelo (infraestructura) así como el impacto que esto pudiera tener en adquirir un aprendizaje significativo.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Bergmann, J., & Sams, A. Flipped Learning: Gateway to Student Engagement. International Society for Technology in Education, 2014.
- <sup>2</sup> Bergmann, J., & Sams, A. Flip your Classroom. International Society for Technology in Education, 2012.
- <sup>3</sup> Bergmann, Jonathan, Flip your classroom : reach every student in every class every day / Jonathan Bergmann and Aaron Sams, ISBN 978-1-56484-315-9
- <sup>4</sup> Flipped Learning Network. (2014). The four pillars of F-L-I-P. Flipped Learning Network. Retrieved from [http://flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP\\_handout\\_FNL\\_Web.pdf](http://flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf).
- <sup>5</sup> Benítez, M.; Gimenez, M. y Osicka, R. (2000). Las asignaturas pendientes y el rendimiento académico: ¿existe alguna relación? Recuperado el 16 de agosto de 2016, desde <http://www1.unne.edu.ar/cyt/humanidades/h-009.pdf>
- <sup>6</sup> Schiffman H. La percepción sensorial. 4ta Ed. México: Edit. Limusa; 2003.
- <sup>7</sup> Vargas M, L. (1994) Sobre el concepto de percepción. Redalyc. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/747/74711353004.pdf>

# Análisis Multivariante de la eficiencia Terminal del Programa de Ingeniería en Computación de la UAZ

Uriel Ramírez-García Correa MA<sup>1</sup>, Dr. Gustavo Zepeda Valles<sup>2</sup>,  
Dr. Aldonso Becerra Sánchez<sup>3</sup> y Edgar Moreno Hernández<sup>4</sup>

**Resumen** -- Como resultado de la investigación realizada, se presenta el proceso de análisis multivariante de la Eficiencia Terminal de las últimas cinco generaciones en la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Esto debido a que la eficiencia terminal sirve como marco de referencia para evaluar la calidad interna de los procesos en una institución o programa académico. Se analizaron registros del archivo de escolar del programa académico de las generaciones 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011. Se presentan datos derivados que permiten visualizar las variables que afectan a la eficiencia terminal del programa.

**Abstract** -- As a result of an ongoing investigation, the process of multivariate analysis of Terminal Efficiency of the last five generations of Computer Engineering Program at the Autonomous University of Zacatecas (UAZ) is presented. This is because the terminal efficiency serves as a reference for evaluating the internal quality of processes in an institution or academic program. School records from the academic program of generations 2007, 2008, 2009, 2010 and 2011 were analyzed for viewing derived data variables that affect the terminal efficiency of the program are presented

**Palabras Clave** -- Eficiencia terminal, análisis multivariante, ingeniería en computación.

## Introducción

Muchos trabajos de investigación puntualizan la importancia de la eficiencia terminal en el proceso educativo tanto de los estudiantes como de las instituciones de educación debido al impacto en cuanto a los factores que involucra.

Por ejemplo, Rosa María Camarena en su trabajo de investigación Reflexiones en torno al rendimiento escolar y a la eficiencia terminal, menciona que la eficiencia terminal es un indicador cuantitativo de los logros obtenidos por un establecimiento escolar y se le utiliza como pauta de evaluación del funcionamiento y rendimiento de las propias escuelas. De igual manera cita que a) la eficiencia terminal como indicador para analizar el funcionamiento del sistema escolar; y/o que la interpretan, en la lógica del análisis función-producción de la Educación, como un indicador del rendimiento de las escuelas, a partir de la relación insumo/producto; y b) como una categoría referencial en el análisis del crecimiento de la población estudiantil y/o que interpreta a la eficiencia, teniendo como sustento la teoría de las formaciones sociales y de la dependencia, como un indicador cuantitativo de la selectividad a lo largo de la trayectoria escolar de la población estudiantil (Camarena C., Chávez G., & Gómez V., 1985).

Por otro lado se menciona que el comportamiento agregado de los estudiantes, medido por la eficiencia terminal viene a ser un indicador del desempeño del programa o de la institución que lo implementa (Cuéllar Saavedra & Bolívar Espinoza, 2006).

La principal función de una institución de educación superior es la docencia y, por tanto, su eficiencia depende principalmente de la proporción de alumnos que logran egresar o titularse, respecto a aquellos que ingresaron (López Suárez, Albiter Rodríguez, & Ramírez Revueltas, 2008). A este indicador se le ha llamado eficiencia terminal constituye el concepto central de este trabajo.

Nuestra investigación se complementa con un análisis estadístico multivariante de los datos de las últimas cinco generaciones del programa académico de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Los datos que se analizan son indicadores que nos pueden ayudar a saber porcentajes sobre la eficiencia terminal en el programa académico en cuestión.

La carrera de Ingeniería en Computación está adscrita dentro de la Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas” fue creada en el año 2000 con el objetivo de formar

<sup>1</sup> Uriel Ramírez García Correa MA es profesor del Programa de Ingeniería en Computación en la Universidad Autónoma de Zacatecas, uramirezgc@uaz.edu.mx

<sup>2</sup> El Dr. Gustavo Zepeda Valles es docente investigador del Programa de Ingeniería en Software en la Universidad Autónoma de Zacatecas, gzepeda@uaz.edu.mx

<sup>3</sup> El Dr. Aldonso Becerra Sánchez es docente investigador del Programa de Ingeniería en Software en la Universidad Autónoma de Zacatecas, a7donso@hotmail.com

<sup>4</sup> Edgar Moreno Hernández es alumno egresado del programa de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas, mmoredgar@gmail.com

ingenieros capaces de entender, modificar y resolver problemas relacionados con la Ingeniería en Computación con un espíritu crítico, creativo y con pensamiento analítico, a través del uso adecuado de los recursos científicos y tecnológicos y en beneficio de la sociedad, considerando el cuidado y preservación del medio ambiente (Objetivo IC UAZ). Tiene una antigüedad de 16 años y, desde entonces y hasta la fecha ha dado la oportunidad de estudiar a una gran diversidad de jóvenes zacatecanos e incluso, de otros estados de la República.

Se plantea una forma de analizar los registros de las últimas cinco generaciones de la carrera de ingeniería en computación de la UAZ, encontrar la relación que hay entre las variables propuestas y en base a ello, a través de estadística, obtener índices de eficiencia terminal. Dichas variables, son propuestas de acuerdo a lo que se ha venido observando en los últimos años en el comportamiento de la comunidad universitaria de dicho programa académico. Encontrar una relación que nos muestre qué es lo que está influyendo en los estudiantes que puede causar el rezago, altos índices de reprobación, deserción, abandono y principalmente la eficiencia terminal. De igual manera, con los porcentajes de eficiencia terminal que se obtienen determinar algunas recomendaciones que puedan aportar para mejorar la eficacia y la eficiencia de la institución y que de alguna manera, las autoridades correspondientes las consideren para que los estudiantes se desarrollen mejor entorno en todos los aspectos.

### Ideas y conceptos base

#### *Eficiencia terminal*

J. Eliézer de los Santos (2004) de la Universidad de Colima, en su trabajo los procesos de permanencia y abandono escolar en educación superior, cita a Camarena Córdova quien define que eficiencia terminal es

*“la relación comparativa entre el número de alumnos que se inscriben por primera vez en una carrera profesional formando, a partir de este momento una determinada generación, y los de la misma generación que logran egresar, al haber acreditado todas las asignaturas correspondientes al currículo de cada carrera, en los tiempos estipulados por los diferentes planes de estudio”.*

Definida en términos generales, según Martínez Rizo, como la proporción de estudiantes que termina una carrera, en relación con los que la iniciaron, la eficiencia terminal de una institución de educación superior (IES) es, sin duda, una dimensión de la calidad digna de tomarse en cuenta.

Una baja eficiencia terminal, o sea el hecho de que una proporción elevada de quienes inician un programa de estudios en una IES no lo terminen, no puede menos que ser preocupante. Y si esa proporción, en promedio, y en el conjunto de las IES de un país, se sitúa alrededor de la mitad del ingreso total, o inclusive por arriba de tal cifra, parece razonable pensar que se está ante un problema de consideración. Tal es, aparentemente, la situación del sistema de educación superior de México, según diversas fuentes, desde hace varias décadas.

La ANUIES ofrece la cifra de 39% como promedio nacional de eficiencia terminal, si bien apunta que se refiere a titulación (ANUIES, 2000). Pero los datos de Díaz de Cosío que el mismo documento de la ANUIES cita señalan que a nivel nacional, en promedio, de cada 100 alumnos que comienzan una carrera de nivel licenciatura 60 terminan las materias en un plazo de cinco años, y solamente 20 de éstos obtienen el grado, lo que significaría una eficiencia con titulación de solamente 12% (Días de Cossío, 1998).

En términos de cohortes reales, la eficiencia terminal de un programa deberá definirse como el cociente resultante de dividir el número de alumnos pertenecientes a una cohorte dada que egresa de dicho programa en cierto momento, entre los alumnos que entraron a ese programa en un momento anterior. Para calcular este índice, no basta tener los datos anuales de ingreso y egreso, sino que es necesario tener datos que permitan desagregar individualmente el conjunto de los que terminan en un momento dado, distinguiéndolos según el momento en que iniciaron el programa.

La única manera realmente adecuada de estudiar la eficiencia terminal de una institución es la que designa técnicamente cómo hacerlo con cohortes reales. Esto es, rastreando efectivamente la trayectoria de cada grupo de alumnos que compartan la característica de haber comenzado ciertos estudios en un mismo momento, siguiéndolos individualmente para saber si continúan estudiando en el mismo programa, si cambiaron a otro de la misma IES o una distinta, si interrumpieron temporalmente la carrera pero pretenden continuarla, si la han abandonado en forma definitiva, por lo menos en principio, si la terminaron, y cuánto tiempo tardaron para hacerlo (Martínez Rizo).

Por otro lado, Cuellar Saavedra (2006), coincidiendo con lo anterior, menciona que en términos operacionales se la define como “la relación porcentual entre los egresados de un nivel educativo dado y el número de estudiantes que ingresaron al primer grado de este nivel educativo n años antes”.

En esta determinación, los términos relevantes son ingreso a un nivel educativo y egreso de él, con la aclaración de que el “tiempo establecido” define una norma o un ideal respecto de la duración de la trayectoria escolar. En breve, se toma como norma de duración de la trayectoria el tiempo que le llevaría a un estudiante normal completar todos sus tramos si no hubiera factores que se lo impidieran (como enfermedades, reprobación de materias, huelgas)

(Cuéllar Saavedra & Martínez Escamilla, 2003).

La Dirección General de Planeación, Programación y Presupuesto de la Secretaría de Educación Pública (DGPPP/SEP) la define algebraicamente como la relación porcentual entre los egresados de un nivel educativo dado y el número de estudiantes que ingresaron al primer grado de este nivel educativo  $n$  años antes (SEP, 1977). En este trabajo, es importante anotar, que el concepto de egresado para el programa de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas es quien ha tramitado y obtenido el título.

#### *Factores de la Eficiencia Terminal*

En relación con el cálculo de la eficiencia terminal, Cuéllar Saavedra (2006) en su trabajo ¿Cómo estimar la eficiencia terminal en la educación superior? Notas sobre su estatuto teórico, menciona que es necesario tomar variables que permitan calcular el tiempo que tardan los estudiantes desde que ingresan a la universidad (a la carrera) hasta que terminan todos los requerimientos escolares y administrativos para la titulación. Esto nos permite tener una idea de la duración media y mediana de la trayectoria completa y cotejarla con la duración normativa, definida como aquella que tendría lugar si no hubiese factores intervinientes que la alargaran.

Al igual que la situación escolar y reglamentaria de los estudiantes; la situación de los estudiantes en relación con los requerimientos administrativos y escolares establecidos, en particular en vista de los momentos de inicio y de término del proceso formativo y de su traducción en la perspectiva de las tareas de control institucional.

Esto lo traduce en el año de ingreso a la institución, el año de titulación, el número de créditos obtenidos y la situación académica y administrativa (reglamentaria) de los estudiantes.

Por otra parte López Suárez (2008), considera cinco variables de estudio en su investigación para el caso de la carrera de ingeniería civil en la UAEMéx. Dichas variables son: ingreso, egreso, titulación, fecha de nacimiento y sexo.

Algunos autores afirman que propósito del análisis multivariante es medir, explicar y predecir el grado de relación de los valores teóricos (combinaciones ponderadas de variables). Por tanto, el carácter multivariante reside en los múltiples valores teóricos (combinaciones múltiples de variables) y no solo en el número de variables u observaciones (F. Hair, E. Anderson, L. Tatham, & C. Black, 1999). En esta investigación, coincidiendo con otros autores, se trabajó con las variables que se consideran de gran relevancia para poder obtener mejores resultados, de los alumnos: sexo, edad de ingreso, lugar de origen, nivel socio-económico, institución de procedencia, ingreso, promedio de ingreso, puntaje de CENEVAL (examen de ingreso), forma de titulación, promedio de egreso, materias reprobadas; de los docentes: antigüedad, sexo, edad, grado, certificados, número de materias que imparte, número de semestres que ha impartido las materias, desde cuando imparte sus materias, si pertenece al SNI y/o PRODEP, y el perfil profesional.

#### *Análisis multivariado*

El análisis multivariante es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás (M. Cuadras, 2014).

De la Garza García (2013) menciona que es el conjunto de métodos o técnicas diseñados para el análisis e interpretación de la información contenida en un conjunto de variables sin perder la interacción o grado en que se afectan unas con otras.

El elemento esencial del análisis multivariante es el valor teórico, una combinación lineal de variables con ponderaciones determinadas empíricamente. El valor teórico de  $n$  variables ponderadas ( $X_1$  a  $X_n$ ) se puede representar como se muestra a continuación:

$$\text{Valor teórico} = w_1X_1 + w_2X_2 + w_3X_3 + \dots + w_nX_n$$

Donde  $X_n$  es la variable observada y  $w_n$  es la ponderación determinada por la técnica multivariante. El resultado es un valor único que representa una combinación de todo el conjunto de variables que mejor se adaptan al objeto del análisis multivariante específico.

### **Desarrollo de la investigación**

El programa académico en cuestión tiene una duración de 5 años, divididos en 10 semestres, y que, según el plan de estudios (Plan de Estudios de IC, UAZ, 2003), está comprendido por 51 materias y 13 laboratorios. Para ingresar a dicha carrera se debe cumplir con los lineamientos que marca el Reglamento General Escolar (2011), además de las que especifique la dirección del programa (2016); entre lo que se incluye presentar el examen de ingreso (EXANI-II), y alguna documentación como CURP, acta de nacimiento, comprobante de domicilio y certificado de

estudios. Para terminar la carrera, algunos de los requisitos son, cursar y terminar el total de materias, realizar el servicio social, la titulación, y acreditar mínimo 400 puntos de inglés en TOEFEL.

La investigación se acotó a las generaciones comprendidas desde el año 2007 y hasta el 2011, las cinco generaciones más recientes. La información está en el Departamento Escolar del programa, así como en el Departamento Escolar Central de la Universidad. Un aspecto que debió ser considerado en el proceso de investigación, fue el hecho de que no existe una herramienta automatizada, o sistematizada que fuese utilizado por los departamentos escolares, la mayoría de la información se presentó en hojas de cálculo que tenían formatos distintos o particulares. Una vez reunidos los datos se normalizaron con la implementación de diversas fórmulas de filtrado, búsqueda y ordenación. En este caso se tomó la definición de la DGPPP/SEP para aplicar el concepto de eficiencia terminal en relación con los titulados y el ingreso tomando en cuenta los años de duración del programa (5 años) más 6 meses, esto es debido a que en los semestres 9 y 10, según el plan de estudios, se imparten las materias de Tesis I y Tesis II, respectivamente, cuyo objetivo es que los estudiantes elijan y desarrollen su forma de titulación y seis meses más porque la Universidad a través del Centro de Aprendizaje y Servicios Estudiantiles (CASE) otorga un semestre más de beca a los estudiantes beneficiarios de hospedaje y/o alimentación.

Las variables que se consideraron independientes para el análisis, obtenidas de los documentos y archivos facilitados por los distintos departamentos, se describen a continuación:

*Sexo:* Es la condición de la persona, que se puede identificar por su nombre, en las categorías: masculino, femenino.

*Edad de ingreso:* La edad del alumno al momento que se inscribió al programa. Que se puede corroborar con la fecha de nacimiento y la CURP.

*Lugar de origen:* Lugar de donde proviene. Puede ser locales, de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe; y foráneos, el resto de los municipios incluso de otros estados.

*Ingreso:* Año en que formaron parte de una nueva generación. Desde el año 2000 que se creó la carrera hasta la fecha hay una nueva en agosto de cada año. Se trata de ciclos escolares en los que se entra en las primeras semanas del mes de agosto de cada año, de acuerdo al calendario escolar de la Universidad.

*Nivel socio-económico:* Se refiere a la situación económica. Lo identificamos por si obtuvo alguna beca o apoyo económico. Esta información fue proporcionada por el Centro de Aprendizaje y Servicios Estudiantiles (CASE) de los alumnos que en algún momento fueron beneficiarios de beca hospedaje, alimentación, transporte, libros, etc.

*Institución de procedencia (IEMS):* De qué Institución de Educación Media Superior proviene. En todo el estado hay IEMS que pueden ser públicas y privadas, así como estatales o federales.

*Promedio de ingreso:* El promedio general que obtuvo al egresar de la Educación Media Superior. Se verifica en el certificado que otorga la institución.

*Puntaje de CENEVAL:* Los puntos obtenidos en el examen de CENEVAL, EXANI-II. Esto es en el proceso de ingreso a la universidad y que está a cargo del Departamento de Servicios Escolares, el puntaje mínimo para entrar a la carrera es de 1000 puntos.

*Forma de titulación:* De acuerdo a las formas de titulación de la Universidad, cuál fue la que escogió el alumno para egresar de la institución. En este caso se mide por años calendario, pues no resultaría viable ajustarlo a ciclos escolares. Fue categorizada según la opción de titulación, a saber: 1. Tesis; 2. Promedio; 3. Experiencia profesional; 4. Examen general de conocimientos (EGEL) aplicado por CENEVAL; y 5. Puntos de maestría.

*Promedio de egreso:* El promedio general que obtuvo al concluir todas las materias del programa académico.

*Materias reprobadas:* Cuántas y cuáles fueron las materias que el alumno reprobó durante toda la carrera.

#### *Métodos utilizados*

Para poder obtener todos esos datos se hicieron conversiones de datos, por ejemplo las matrículas aparecían como texto, y se cambiaron a formato numérico para poder ordenar los registros. Una vez reunidos los datos por alumno por generación se ordenaron por matrícula de menor a mayor y se concentraron en una sola hoja de cálculo para tener un compendio general de todos los alumnos de primer semestre por generación; una vez ahí, se ordenaron nuevamente para poder hacer una búsqueda exhaustiva de los registros que posiblemente se duplicaban, de dicho proceso se eliminaron 45 registros duplicados que aparecían desde una hasta cuatro veces en diferentes generaciones, esto debido a que debieron cursar nuevamente una o más materias. Este procedimiento se realizó con la implementación de diversas fórmulas para buscar y ordenar datos. Una vez que ya se tenían los datos ordenados por generación se filtraron para poder relacionar los titulados por generación.

### **Resultados**

De las cinco generaciones objeto de estudio, 41 estudiantes han obtenido su título dentro de lo comprendido como

cohorte (cinco años más seis meses), lo que representa el 8.18%. La generación que más alumnos reporta de ingreso fue la de 2009; y la de 2007 la que menor número de inscritos reporta. En la generación 2007, 29 obtuvieron su título profesional, esto es 35.80%, sin embargo los que determinan la eficiencia terminal sólo fueron 18, es decir un 22.22%. Por otro lado la generación que reportó el mayor número de ingreso, 2009, tiene registrado que el número de titulados haciende a 8, un 5.97%, más aún reporta un 2.99% como eficiencia terminal, es decir sólo cuatro de los ochos titulados lo hicieron dentro de la cohorte correspondiente. La generación 2010 es la de más baja eficiencia terminal con sólo 1 titulado equivalente al 1.14%. La generación 2011, debido a que acaban de terminar las materias en el semestre enero-junio 2016 se tiene previsto sus titulaciones en el final del año.

| GENERACIÓN   | TOTAL DE INGRESOS | TITULADOS DENTRO DE LA GENERACIÓN | TOTAL DE TITULADOS DE LA GENERACIÓN | PORCENTAJE DE TOTAL DE TITULADOS | EFICIENCIA TERMINAL |
|--------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 2007         | 81                | 18                                | 29                                  | 35.80%                           | 22.22%              |
| 2008         | 97                | 18                                | 26                                  | 26.80%                           | 18.56%              |
| 2009         | 134               | 4                                 | 8                                   | 5.97%                            | 2.99%               |
| 2010         | 88                | 1                                 | 2                                   | 2.27%                            | 1.14%               |
| 2011         | 101               | 0                                 | 0                                   | 0.00%                            | 0.00%               |
| <b>Total</b> | <b>501</b>        | <b>41</b>                         | <b>65</b>                           | <b>12.97%</b>                    | <b>8.18%</b>        |

*Tabla 1. Eficiencia Terminal en las últimas cinco generaciones de Ingeniería en Computación UAZ*

En la tabla 2 se puede observar que la opción de titulación más común es la tesis con el 66.15%, seguido de la opción CENEVAL con 23.08% y después la opción de promedio con 7.69%, las opciones de maestría y experiencia profesional tienen 1.54% cada una de ellas; con respecto a las opciones seguidas por los titulados que conforman la eficiencia terminal, las opciones son consistentes, la tesis como primera alternativa, con un 63.41%, la opción de CENEVAL con un 24.39% se posiciona en la segunda opción preferida y la opción de promedio en tercer lugar con 12.20%, lo que se entiende dado que el alumno que cumpla con el requerimiento de promedio podrá obtener su título en el tiempo planeado.

| OPCIÓN       | NÚMERO DE TITULADOS | PORCENTAJE DEL TOTAL DE TITULADOS | TITULADOS DENTRO DE LA GENERACIÓN | EFICIENCIA TERMINAL |
|--------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| tesis        | 43                  | 66.15%                            | 26                                | 63.41%              |
| ceneval      | 15                  | 23.08%                            | 10                                | 24.39%              |
| maestría     | 1                   | 1.54%                             | 0                                 | 0.00%               |
| promedio     | 5                   | 7.69%                             | 5                                 | 12.20%              |
| experiencia  | 1                   | 1.54%                             | 0                                 | 0.00%               |
| <b>Total</b> | <b>65</b>           | <b>100.00%</b>                    | <b>41</b>                         | <b>100.00%</b>      |

*Tabla 2. Titulados y opciones de titulación.*

En cuanto a la distribución de género, la relación se mantiene con respecto a la cantidad de hombres y mujeres que ingresaron a cada una de las generaciones, los que se han titulado y los que forman parte de la eficiencia terminal. El 68.46% de la población que son el total de ingresos por las cinco generaciones de estudio son hombres, el 31.54% son mujeres. Una distribución que puede explicarse por la orientación del programa resulta ser más atractivo para los varones. Sin embargo es interesante observar que la distribución de los egresados que han obtenido su título parece ser consistente, 67.69% son hombres y 32.31% son mujeres. El promedio de edad con el que se ingresa es de 19 años. Y por otro lado, el promedio de materias reprobadas de los titulados dentro de la cohorte es de 3, mientras que de los que no se han titulado es de 11 materias durante toda la carrera. Por otra parte el 66% de los titulados dentro de la cohorte son de la ciudad capital y resto son de comunidades e incluso de otros estados.

### Conclusiones

El proyecto de investigación que se presenta tiene un impacto importante en el desarrollo del Programa de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Zacatecas, debido a que la consideración de autoridades como CACEI, establecen la Eficiencia Terminal como uno de los índices de calidad para lograr y mantener la

acreditación. Más allá de este reconocimiento, está la responsabilidad que se encuentra inmersa en la razón de ser de la universidad, la preparación y generación de recursos humanos. Determinar las razones del comportamiento de la eficiencia terminal, resulta ser una combinación de factores, si bien no pueden considerarse todos los que se utilizaron para el análisis, son un principio para lograr visualizar alternativas de solución que el programa deberá considerar para cumplir con su misión.

Para líneas de investigación futuras, dentro del proyecto de análisis de la eficiencia terminal, se proponen el tratado de los datos para un análisis factorial, también un análisis de grupos, incluyendo las variables que se relacionen con el personal docente y el administrativo.

### Bibliografía

ANUIES. (2000). La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas Estratégicas de Desarrollo. Una Propuesta de la ANUIES. *Revista de la Educación Superior*, 29(133), 54.

Camarena C., R. M., Chávez G., A. M., & Gómez V., J. (1985). REFLEXIONES EN TORNO AL RENDIMIENTO ESCOLAR Y A LA EFICIENCIA TERMINAL. *Revista de la Educación Superior*, 6-7.

CAMARENA, R. C. (1984). Eficiencia terminal en la UNAM: 1970-1981. *Revista Perfiles Educativos*.

Cuéllar Saavedra, Ó., & Bolívar Espinoza, A. G. (2006). ¿COMO ESTIMAR LA EFICIENCIA TERMINAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR? NOTAS SOBRE SU ESTATUTO TEÓRICO. *Revista de la Educación Superior*, XXXV (3)(139), 9-11.

Cuéllar Saavedra, Ó., & Martínez Escamilla, V. H. (2003). Éxito y fracaso escolares. Un análisis por cohortes de la carrera de Sociología de la UAM Azcapotzalco (1974-2000). *Revista de la Educación superior*, XXXII(128).

de la Garza García, J., Morales Serrano, B. N., & González Cavazos, B. A. (2013). *ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIANTE un enfoque teórico y práctico*. México: McGRAW-HILL.

de los Santos V., E. (10 de junio de 2004). LOS PROCESOS DE PERMANENCIA Y ABANDONO ESCOLAR EN EDUCACIÓN SUPERIOR. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2(33).

Días de Cossío, R. (1998). Los Desafíos de la Educación Superior Mexicana. *Revista de la Educación Superior*, 27(106), 8.

Fechas y requisitos para la preinscripción 2016 IC. (enero de 2016). *Sitio Web IC*. Recuperado el 08 de julio de 2016, de <http://computacion.uaz.edu.mx/>: <http://computacion.uaz.edu.mx/pre-inscripcion>

López Suárez, A., Albiter Rodríguez, Á., & Ramírez Revueltas, L. (Junio de 2008). EFICIENCIA TERMINAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR, LA NECESIDAD DE UN NUEVO PARADIGMA. *Revista de la Educación Superior*, XXXVII (2),(146), 135-151.

M. Cuadras, C. (2014). *NUEVOS MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE*. Barcelona: CMC Editions.

Martínez Rizo, F. (s.f.). Estudio de la eficiencia en cohortes aparentes. En F. Martínez Rizo, *Deserción, rezago y eficiencia terminal en las IES. Propuesta metodológica para su estudio* (pág. 244). México: Serie Investigaciones.

Misión Departamento de Servicios Escolares UAZ. (2015). *Departamento de Servicios Escolares*. Recuperado el 08 de julio de 2016, de <http://www.escolar.uaz.edu.mx/>: <http://www.escolar.uaz.edu.mx/web/guest/mision>

Objetivo IC UAZ. (27 de junio de 2016). *Sitio Web IC*. Obtenido de Ingeniería en Computación: <http://computacion.uaz.edu.mx/>

Plan de Estudios de IC, UAZ. (agosto de 2003). *Sitio Web IC*. Recuperado el 08 de julio de 2016, de <http://computacion.uaz.edu.mx/>: [http://computacion.uaz.edu.mx/c/document\\_library/get\\_file?uuid=62d78719-f4b2-4333-9e30-0db07aab85ba&groupId=12333](http://computacion.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=62d78719-f4b2-4333-9e30-0db07aab85ba&groupId=12333)

Reglamento General Escolar UAZ. (17 de febrero de 2011). *Sitio Web UAZ*. Recuperado el 08 de julio de 2016, de <http://uaz.edu.mx/>: [http://www2.uaz.edu.mx/c/document\\_library/get\\_file?uuid=8df5ce6a-ecf1-47ac-a32e-0f0f69ffbe28&groupId=12878](http://www2.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=8df5ce6a-ecf1-47ac-a32e-0f0f69ffbe28&groupId=12878)

SEP. (1977). Formulario de indicadores. *Dirección General de Planeación, Programación y Presupuesto de la Secretaría de Educación Pública*.

# RENDIMIENTO DE FRUTO E HISTOLOGÍA DE PEPINO DESARROLLADO EN DIFERENTES MALLAS DE COLORES Y MEDIOS DE CULTIVO

Francisca Ramírez Godina<sup>1</sup> Valentín Robledo Torres<sup>2</sup> María Alejandra Torres Tapia<sup>1</sup>, Leticia Escobedo Bocardo<sup>1</sup>

## RESUMEN

El objetivo de éste trabajo fue estudiar la densidad estomática, histología y rendimiento del pepino desarrollado en tres medios de cultivo y mallas de colores. El experimento se estableció bajo un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones, se evaluó la densidad estomática del haz (DEH) y envés (DEE), largo (LEH) y ancho de estomas del haz (AEH), largo (LEE) y ancho de estomas del envés (AEE) en hojas, área de vasos de xilema (AVX), número de vasos de xilema (NVX) y peso de fruto por planta (PFPP). Se encontraron diferencias altamente significativas para AVX y PFPP, la malla roja indujo mayor tamaño de vasos y PFPP, la malla negra presentó el menor NVX. El peat moss indujo mayor PFPP y DEH y el cultivo en fibra de coco aumentó el tamaño de estomas del envés. La malla roja y el peat moss provocaron cambios significativos en la histología del pepino mejorando sus rendimientos.

**Palabras clave:** *Cucumis sativus* L., mallas, medios de cultivo, macrotúneles, estomas, vasos de xilema

## INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es uno de los cultivos más importantes en México por su consumo en fresco o industrializado. Ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada dentro de las cucurbitáceas, teniendo un rendimiento promedio de 39,411 ton.ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA 2014). Otros usos que se le atribuyen son propiedades medicinales como diurético, tónico, y vermífugo; además de que es utilizado en la industria de farmacéutica y de cosméticos. El cambio climático año tras año origina fuertes pérdidas en los cultivos, como consecuencia de altas o bajas temperaturas, vientos y granizadas, que pueden reducir sus efectos mediante el uso de sistemas de producción en ambientes protegidos como invernaderos, macrotúneles o uso de mallas plásticas. Es común el uso de mallas color negro, sin embargo se han desarrollado mallas de colores que pueden alterar de forma importante el crecimiento, y desarrollo de las plantas (Li, 2006). El pepino es un cultivo que se siembra tanto en suelo como en sustratos, en cambio uno de los problemas que enfrenta el cultivo de pepino es la carencia de materia orgánica y degradación del suelo por el uso de cultivos intensivos, así como excesos de salinidad y agentes fitopatógenos, además de la exposición a la alta intensidad de la radiación, con aumentos de temperatura que afectan negativamente el crecimiento y desarrollo de la planta, provocando una disminución en producción y rendimiento del cultivo (Márquez *et al.*, 2014). Sin embargo con el uso de mallas de colores y medios de cultivos adecuados se pretende mitigar el efecto negativo de las condiciones climáticas y del suelo, sobre las plantas, al disminuir la intensidad de radiación, los aumentos de temperatura y favorecer el desarrollo radicular para mejorar el crecimiento, desarrollo, producción y rendimiento del cultivo. Debido a que se desconoce el impacto a nivel histológico y estomático en pepino desarrollado en diferentes mallas de colores y medios de cultivo, se planteo como objetivo estudiar la densidad estomática, histología y rendimiento del pepino desarrollado en tres medios de cultivo y mallas de colores, ya que el conocimiento histológico y estomático y su relación con el rendimiento de pepino, aportará datos para la comprensión básica de la producción de esta especie en este tipo de cubiertas de colores y medios de cultivo, contribuyendo a disminuir el efecto negativo que algunos factores climáticos tienen sobre las plantas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en macrotúneles situados en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, en el 2015. Se preparó el lugar en el que se hicieron estructuras de macrotúneles con material galvanizado de 5m de largo, 3m de ancho y 2.50 de alto. A cada estructura se le asignó una malla de color diferente (negra, blanca, roja y azul) de la marca cromatiNet con 30% de sombreo, proveniente de la empresa Polysack. El material vegetal utilizado consistió de semillas de pepino híbrido

<sup>1</sup> Departamento de Fitomejoramiento, <sup>2</sup>Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio. Calzada Antonio Narro 1923, C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México. [godramf@gmail.com](mailto:godramf@gmail.com). \* Autor para la correspondencia: [godramf@gmail.com](mailto:godramf@gmail.com)



“paraíso”, Las poblaciones fueron sembradas depositando una semilla por cavidad, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat moss y perlita en una proporción de 1:1. Las charolas se llevaron a invernadero donde se desarrollaron las plántulas y cuando alcanzaron de 10 a 15cm de altura y mostraron cuatro hojas verdaderas, las plántulas fueron trasplantadas a los diferentes medios de cultivo (1.- Camas de suelo desnudo, 2.- Fibra de coco de la marca Riococo y 3.- Mezcla de perlita con peat moss en una proporción de 1:1 en bolsas de polietileno con capacidad de 15 litros), con una separación de 30 cm entre plantas y un metro entre surcos, se incorporó un sistema de riego por espaguete y una fertirrigación con solución nutritiva Steiner. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, donde las parcelas grande fueron los colores de malla: T1 Testigo o malla negra comercial, T2 malla blanca, T3 malla roja y T4 malla azul, las parcelas chicas fueron los medios de cultivo donde se llevó a cabo el trasplante 1.- suelo desnudo, 2.- fibra de coco, 3.- macetas con perlita y peat moss en una proporción de 1:1 con capacidad de 15 litros, el experimento se estableció con 4 repeticiones. Las variables estudiadas fueron; densidad estomática abaxial o envés (DEE) largo y ancho de las células oclusivas incluyendo el poro que componen el aparato estomático o estomas de la superficie abaxial (LEE y AEAE), se evaluó la densidad estomática adaxial o haz (DEH), largo y ancho de las células oclusivas incluyendo el poro de los estomas de la superficie adaxial (LEH y AEH) de acuerdo con el método de Cañizares *et al.* (2003). Además se evaluó el área de vasos de xilema (AVX), número de vasos de xilema (NVX) y peso de fruto por planta (PFPP)

#### *Evaluación de estomas*

Para el estudio de estomas, se tomaron muestras a los 40 días después del trasplante, se utilizaron tres plantas por población en cada una de las cuatro repeticiones, de las que se tomaron dos hojas maduras, totalmente expandidas de la primera rama y con la misma orientación. En cada hoja, de su parte media, se tomó una impresión epidérmica del haz (adaxial) y otra del envés (abaxial), utilizando poliestireno-xilol en forma líquida, el que se aplicó sobre la superficie foliar con un pincel. Después de que se secó la película, ésta fue removida con un trozo de cinta adhesiva transparente y se montó sobre un portaobjetos. En cada impresión se observaron al azar dos campos microscópicos a 40X, analizando 48 campos del microscopio por tratamiento, de la superficie adaxial y 48 de la superficie abaxial. De cada campo se tomó una microfotografía, en la que se contaron los estomas y además se midió el ancho y largo ( $\mu\text{m}$ ) de las células oclusivas de dos estomas en cada una de los campos del microscopio, de manera que se midieron 96 estomas de la superficie adaxial o haz y 96 de la superficie abaxial o envés por tratamiento. La densidad estomática se obtuvo de la siguiente forma:  $DE = \text{Número de estomas} / 0.02479 \text{ mm}^2$  (área de la imagen fotografiada) = estomas por  $\text{mm}^2$ . (Wilkinson, 1979). Se utilizó un microscopio compuesto (Carl Zeiss) con cámara digital (PixeraWinder Pro) y un software de medición (AxionVision Rel. 4.8).

#### *Estudio Histológico*

Se tomaron muestras a los 40 días después de la siembra, tres plantas por tratamiento de cada repetición fueron llevadas al laboratorio, se corto un fragmento de peciolo (2cm) de la primera rama de cada planta, los tejidos fueron procesadas por la técnica histológica de la parafina como sigue: Para conservar los tejidos con un mínimo de alteraciones fueron colocados en frasco de vidrio de 15 ml con fijador FAA (Formaldehído (36-40 %) 5 cc, Alcohol etílico al (70 %) 90 cc y ácido acético glacial 5 cc). Posteriormente las muestras fueron deshidratadas en concentraciones de alcohol etílico al 50, 60, 70, 85 y 96 por ciento, más eosina, continuando con alcohol etílico absoluto I, alcohol etílico absoluto II, alcohol etílico absoluto mas xilol en proporciones volumen de 3:1, alcohol etílico absoluto mas xilol en proporciones de 1:1, alcohol etílico absoluto mas xilol en proporciones de 1:3 por ultimo los tejidos pasaron a xilol puro y permanecieron en cada solución por espacio de 2 horas, y embebidas en parafina con punto de fusión en 58°C posteriormente se sustituyo el alcohol con xilol (Hernández, 1990; Jáuregui, 2003). Se realizaron cortes transversales de tejidos a 20 micras con un microtomo rotatorio, los cuales se montaron en porta objetos. Para la tinción se uso la doble coloración de safranina-fast green, donde pasaron por diferentes soluciones de alcohol y xilol, se sacaron las preparaciones del último xilol y se escurrieron. Se sellaron con una gota de bálsamo de Canadá y un cubreobjetos del tamaño del tejido. Así las preparaciones se pusieron a secar en una estufa a 30 °C por espacio de una semana. Posteriormente los tejidos fueron analizados con la ayuda de un microscopio con cámara digital integrada Pixera Wiender Pro, se seleccionaron las mejores muestras y se fotografiaron con los objetivos 5X y 10X (Wilkinson H. 1979). Las mediciones fueron a partir de imágenes digitales, con un software de medición Axion Vision Rel. 4.8. se evaluó el área de vasos de xilema (AVX), número de vasos de xilema (NVX).

#### *Rendimiento de fruto*

Las variable rendimiento total de fruto, se determinó al momento de cosecha pesando todo los frutos producidos por planta, durante todo el ciclo del cultivo, considerando la suma de cinco cortes, el peso promedio de fruto

(PFPP) expresado en gramos se obtuvo dividiendo el rendimiento total entre el número de plantas la variable anterior fue estimada de una muestra aleatoria de 15 plantas en cada una de las cuatro repeticiones, en cinco cortes con intervalos de 8 días.

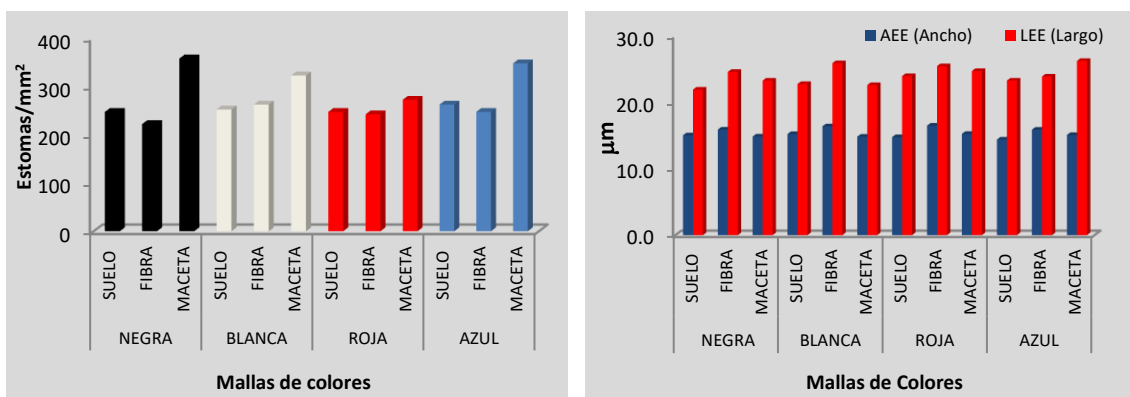
*Análisis estadístico*

Se realizó un análisis de varianza en un diseño de de parcelas divididas con cuatro repeticiones donde el factor de variación fueron parcela grande cuatro mallas de colores y parcela chica tres medios de cultivo en plantas de pepino, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Se utilizó el programa estadístico de SAS versión 9.0.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de varianza aplicado a la densidad estomática adaxial o haz DEH de la hoja, mostró diferencias altamente significativas entre medios de cultivo ( $P \leq 0.01$ ). Sin embargo, para densidad estomática abaxial o envés DEE de la hoja no se encontraron diferencias significativas entre medios de cultivo ni entre mallas de colores.

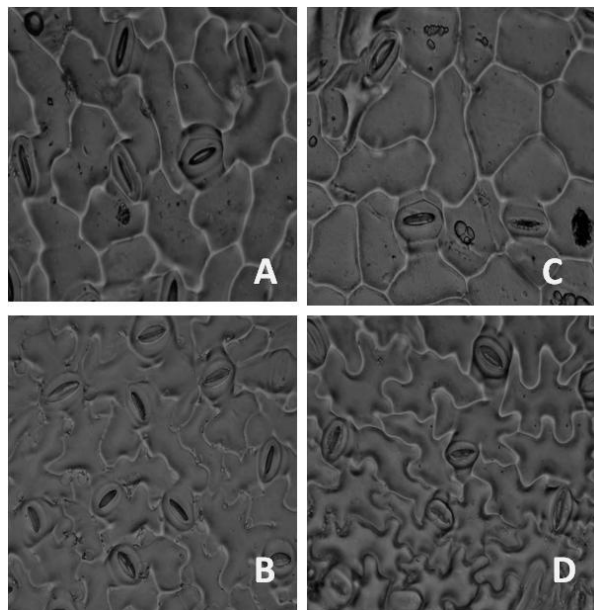
Al analizar los valores medios la DEH, se encontró que las plantas desarrolladas en macetas presentaron de 272.26 a 347.89 estomas/mm<sup>2</sup> en la superficie adaxial o haz de la hoja, mientras que en suelo desnudo se observó de 247.05 a 262.18 estomas/mm<sup>2</sup>, para las desarrolladas en fibra de coco la densidad fue de 221.84 a 262.28. La comparación de medias mostró que el medio de cultivo suelo y fibra fueron estadísticamente iguales en DEH, pero estadísticamente diferentes a las desarrolladas en macetas ( $P \leq 0.05$ ). En la superficie abaxial o envés de la hoja fueron estadísticamente iguales ( $P \leq 0.05$ ) para medios de cultivo y mallas de colores. Los plantas de pepino que crecieron en macetas con malla negra (testigo) presentaron aproximadamente 12.20% más estomas en la parte adaxial o haz de la hoja que las desarrolladas en fibra de coco y suelo con mallas roja azul y blanca (Figura 1). La reducción DEH en la superficie adaxial o haz de la lámina foliar de pepino fue compensada por un incremento de estos valores para la superficie abaxial o envés, lo que indica una respuesta de la planta a las condiciones edafoclimáticas adversas. A este respecto se menciona que estos cambios en la anatomía de la hoja están relacionados con el estrés hídrico y que la densidad estomática e índice estomático son afectados por condiciones estresantes, tanto ambientales como nutricionales y que además dependen de la superficie de la hoja y de la especie (Bethke y Drew, 1992; Cañizares *et al.*, 2003).



**Figura 1.** Densidad estomática de la superficie adaxial o haz y ancho y largo de estomas de la superficie abaxial o envés en hojas de plantas de pepino desarrolladas en diferentes mallas de colores y medios de cultivo

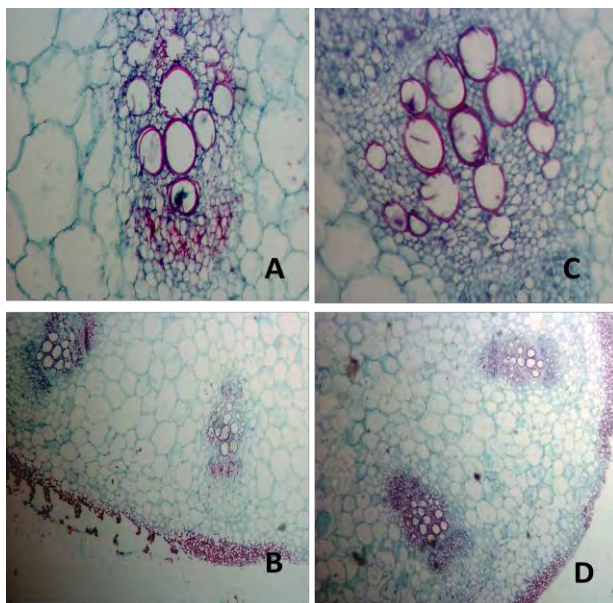
El análisis de varianza aplicado a las variables AEE, LEE, presentó diferencias altamente significativas entre medios de cultivo ( $P \leq 0.01$ ), indicando que por lo menos un medio es estadísticamente diferente del resto. Las plantas cultivadas en fibra de coco mostraron estomas más grandes que las cultivadas en suelo y en macetas, en la superficie abaxial o envés (Figura 2), ya que la longitud media de estomas en fibra de coco fue de 23.94 a 25.95 µm y de 15.94 a 16.55 µm de ancho, mientras que en suelo presentaron una longitud de 21.97 a 24.01 µm y un ancho de

14.46 a 15.29  $\mu\text{m}$ . Para las mallas no hubo diferencias significativas para el largo y ancho de estomas de la superficie adaxial o envés y abaxial o haz de las hojas de pepino.



**Figura 2.** Impresiones de la epidermis de hojas de pepino (A) superficie adaxial o haz y (B) abaxial o envés de plantas desarrolladas en mallas negras. (C) adaxial o haz y (D) abaxial o envés de plantas desarrolladas en mallas rojas 40X.

En lo que se refiere a área de vasos de xilema del peciolo (AVX), los análisis de varianza exhibieron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre las plantas cultivadas en diferentes mallas de colores, donde las plantas desarrolladas en malla roja ( $4771.5 \mu\text{m}^2$ ) superaron a las de la malla negra testigo ( $3838.0 \mu\text{m}^2$ ) en un 19.56%, para el número de vasos de xilema de peciolo (NVX) se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las plantas cultivadas en diferentes mallas de colores, las plantas cultivadas bajo malla azul presentaron en promedio 15.20 vasos de xilema/haz vascular mientras que las de la malla testigo negra tuvieron 11.83 vasos de xilema/haz vascular y fueron superados por los de malla azul en un 22.17%, por lo tanto se encontró que al utilizar mallas de colores en el cultivo de pepino, se incrementa el área de los vasos de xilema y la cantidad de vasos (Figura 3), estos resultados podría ser positivos para esta especie de acuerdo a lo reportado por Zahng y Cao, (2009) quienes asumen que se ha probado que la estructura del sistema vascular en varias especies, tiene una fuerte influencia en la estructura y funcionamiento de las hojas, la ganancia de carbono, la eficiencia en el uso de nutrientes y la tasa de crecimiento, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre plantas que crecieron en diferentes medios de cultivo en área y número de vasos de xilema ya que fueron estadísticamente iguales ( $P \geq 0.05$ ).



**Figura 3.** Vasos de xilema de peciolo de la hoja; A(10X) y B(5X) de plantas desarrolladas en mallas negras. C(10X) y D(5X) de plantas desarrolladas en mallas rojas.

El análisis de varianza exhibió diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre mallas para la variable; peso promedio por frutos por planta (PFPP). Lo anterior indica que la variable ante citada respondió de forma significativamente diferente al color de las mallas bajo estudio, (Cuadro 1), además para medios de cultivo en el (PFPP) se encontraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ), indicando que por lo menos un medio de cultivo influyó de manera significativamente diferente al resto de los medios de cultivo. Resultados obtenidos por Fernández *et al.* (2004) concuerda con lo observado en ésta investigación ya que ellos encontraron, aumentos significativos en el rendimiento de fruto en pimienta morrón al utilizar malla cromatiNet roja con 30% de sombreo. Por otra parte Álvarez *et al.* (2010), al evaluar malla negra, roja, gris, blanca y azul, obtiene un rendimiento de 170% en chile jalapeño en la malla blanca, por encima a los obtenidos en campo abierto. En cambio con el uso de mallas de colores con 30 o 40% de sombreo se obtienen frutos de mejor calidad, permitiendo aumentar los rendimientos del cultivo de chile, esto se le atribuye a la disminución de radiación y temperatura del ambiente, que permite disminuir el estrés por calor en las plantas (Díaz y Bautista, 2014). Además con mallas de colores y una adecuada mezcla de sustratos y el 80% de solución Steiner, se obtienen plantas más altas con mayor crecimiento radical y un 80% de floración en el cultivo de nochebuena, el 20% fue afectado por las condiciones ambientales del lugar, esto se debe a la interacción propicia entre el ambiente de las mallas y el sitio (García *et al.*, 2014).

El cuadro 2 muestra que el rendimiento de fruto por planta obtenido bajo la malla roja fué estadísticamente superior ( $p \leq 0.05$ ) al obtenido bajo los otros colores de malla, superando en 17.49% al rendimiento de fruto de frutos por planta obtenido en la malla negra que es la más utilizada regionalmente, sin embargo supera en 26.86% al rendimiento obtenido bajo la malla azul. Ayala *et al.* (2015) comenta que las malla roja, azul, perla y aluminizada, aumentan el rendimiento del pepino hasta en un 71%. Sin embargo Márquez *et al.* (2014), encontraron que al utilizar mallas de sombreo color perla y negra lograron mayores rendimientos de tomate cherry en comparación con tratamientos sin cubierta plástica.

### CONCLUSIONES

Las láminas foliares de las hojas de pepino resultaron ser anfiestomáticas. La densidad estomática cambió dependiendo de la superficie de la hoja y de acuerdo a los medios de cultivo. Con uso de la malla de color rojo con 30% de sombreo se propiciaron en los macrotúneles condiciones de radiación transmitida y temperaturas adecuadas para un buen desarrollo del cultivo de pepino, dado que se obtuvieron mayores rendimientos de fruto, además esta misma malla presentó vasos de xilema más grandes y menor número de vasos. Además con el uso de peat moss en macetas como medio de cultivo se pueden superar los rendimientos por encima del cultivo en suelo y fibra de coco, con la presente investigación se puede concluir que el uso de mallas incrementa la seguridad de cosechas ya que

durante el ciclo del cultivo se presentó una granizada que no afectó el cultivo, logrando producir rendimientos satisfactorios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, T.F., Yáñez J.M.G., Ruvalcaba, L., Ruiz, E.F.H., Campos, G.H., Vásquez, M.O.T., Velázquez, A. T., Díaz, V.T. 2015. Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreado fotoselectivos. *Información Técnica Económica Agraria. Rev. AIDA. Vol.111:(1).3-17p.*
- Álvarez, A. A.; Romo, A. F. A.; Valenzuela, C. P.; Huez, L. M. A.; López, E. J.; Preciado, F. F.; Sandoval, F. D. 2010. Efecto de las mallas sombras de color sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño (*capsicum annum* L.) 'tajin', en la costa de Hermosillo. Congreso internacional de las ciencias del suelo. Mexicali, Baja California, México.4pp.
- Bethke P.C. y Drew M.C. 1992. Stomatal and nonstomatal com-petens to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annum* during progressive exposure to NaCl salinity. *Plant Physiology* 99:219-226.
- Cañizares A., Sanabria M.E., Rodríguez D.A. y Perozo Y. 2003. Características de los estomas, índice y densidad estomática de las hojas de lima Tahití (*Citrus latifolia*Tanaka) injertada sobre ocho patrones cítricos. *Revista Científica UDO Agrícola* 3:59-64.
- Díaz, P.J.C.; y Bautista, J. 2014. Tecnologías para Aumentar la Productividad y Calidad del Cultivo del Chile. Universidad de Georgia, Tifton. Conferencia. 3pp.
- Fernández, R.J.2004. Distintos tipos de sombreado en el cultivo de pimiento en invernadero. *Horticultura internacional. Almería España.* 2pp
- García, P.F.; Alía T.I.; Valdez, A.L.A.; Canul, K.J.; López, M.V.; Colinas, L.M.T. 2014. Desarrollo de variedades de nochebuena en diferentes condiciones de cultivo en dos localidades de Morelos México.
- Li, J.C.2006. Uso de mallas en invernadero. *Rev. Extra. Pisco Perú.*6pp.
- Márquez, Q.C.; Robledo, T.V.; Benavides, M.A.; Vázquez, B.M.E.; De la Cruz, L.E.; Estrada, B.M.A.; López, E.S.T. 2014. Uso de Mallas Sombra: una Alternativa para la Producción de Tomate Cherry. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.1p.
- Hernández, S. M. 1990 *Manual de Laboratorio Citología y Citogenética.* Editorial Trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 105p
- Jáuregui, D. 2003. *Manual práctico de Microtecnia Vegetal.* Departamento de Botánica Agrícola. Laboratorio de Botánica. Facultad de Agronomía. Postgrado de Botánica Agrícola. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 71 p.
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP-SAGARPA). 2014. Resumen nacional de avances agrícolas por estado. Producción anual. Cierre de la producción agrícola por cultivo. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- Wilkinson, H. 1979. The plant surface (maily leaf). In: C.R. Metcalfe y Chalk (edo). *Anatomy of dicotiledons.* Oxford Cloredons Press. 1: 97-165.
- Zhang, J.L. y Cao, K.F. 2009. Stem hydraulics mediates leaf water status, carbon gain, nutrient use efficiencies and plant growth rates across dipterocarp species. *Functional ecology* 23:658-667

# Fortalecimiento del control interno de las empresas en la fiscalización de las operaciones simuladas de conformidad con el artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación

Raul Ramirez Lara<sup>1</sup>, Tania Verónica Velasco Rodríguez<sup>2</sup>,  
Saul Velázquez Villaraldo<sup>3</sup>, Ernestina Rodríguez Herreros<sup>4</sup>, Blanca Estela Grajales Briscón<sup>5</sup>

**Resumen.-** Las operaciones simuladas es un esquema fiscal utilizado por algunos contribuyentes que buscan no pagar impuestos al estado y por ende se ven repercutidas las finanzas públicas, es por esto que mediante la entrada en vigor del artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación (CFF), el Servicio de Administración Tributaria (SAT) ha intentado hacerle frente a esas prácticas indebidas, sin embargo esta forma de operar por parte de la autoridad ha traído consigo muchos cuestionamientos de los contribuyentes, ya que si bien es cierto que el SAT está combatiendo hábilmente esta esquema fiscal, también lo es que con base a este artículo, ha estado afectando derechos de algunos contribuyentes toda vez que presumen que todas las operaciones realizadas de los contribuyentes enlistados, son inexistentes, por lo que se propone implementar mecanismos de control interno por parte de las empresas a fin de garantizar la materialidad de las operaciones.

**Palabras claves.-** Fiscalización, Simulación, Evasión, Comprobantes.

## Introducción

Las operaciones simuladas han sido una estrategia utilizada por algunos contribuyentes para incentivar la evasión fiscal en nuestro país. Estas operaciones generalmente son practicadas por dos o más contribuyentes que tienen como finalidad emitir comprobantes fiscales que carecen de materialidad, utilizando conceptos como: servicios, asesorías, capacitación, construcciones, etc.; las cuales no fueron realizadas, uno de los integrantes de estas operaciones son, las empresas que facturan operaciones inexistentes, mismas que tienen como objetivo crear deducciones en montos relevantes, el segundo integrante son las empresas que deducen las operaciones simuladas, el fin primordial de ellas es darle efectos fiscales a las deducciones generadas, es por esto que se mencionaran cuales con las características de cada una de ellas. Asimismo, se mencionara el papel que ha jugado dentro de este esquema fiscal el artículo 69-B del Código Fiscal de la Federación, mismo que ha traído consecuencias fiscales a los integrantes de este esquema fiscal y a los terceros relacionados.

## Objetivo

Se definirán a las empresas que facturan operaciones simuladas (EFOS) y a las empresas que deducen las operaciones simuladas (EDOS), asimismo se mencionara como es que el SAT ha violado los derechos de aquellos contribuyentes que no fueron partícipes de esta estrategia fiscal, pero que aun así se están viendo perjudicados en su situación fiscal y se sugerirán medidas correctivas para que los contribuyentes afectados que no son partícipes de dichas estrategias puedan acreditar que si se dio la materialidad de la operación.

## Descripción del Método

La finalidad de la presente investigación es de tipo explicativo, ya que tiene como objetivo encontrar las razones o causas que provocan que los contribuyentes que si realizaron operaciones reales con los EFOS (Empresas que Facturan Operaciones Simuladas) se vean afectados en sus deducciones fiscales y además pudiera provocarles la comisión de un delito fiscal.

<sup>1</sup> L.C. Raul Ramirez Lara estudiante de la Maestría en Administración Fiscal de la Universidad Veracruzana, Campus Boca del Río, Veracruz, México. [raul\\_ramirezlara@hotmail.com](mailto:raul_ramirezlara@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> L.C. Tania Veronica Velasco Rodríguez estudiante de la Maestría en Administración Fiscal de la Universidad Veracruzana, Campus Boca del Río, Veracruz, México [tania.velasco.rodriguez@hotmail.com](mailto:tania.velasco.rodriguez@hotmail.com)

<sup>3</sup> L.C. Saul Velázquez Villaraldo estudiante de la Maestría en Administración Fiscal de la Universidad Veracruzana, Campus Boca del Río, Veracruz, México

<sup>4</sup> Mtra. Ernestina Rodríguez Herreros es Catedrático de en la Universidad Veracruzana en Veracruz, Veracruz.

<sup>5</sup> Mtra. Blanca Estela Grajales Briscón es Catedrático de en la Universidad Veracruzana en Veracruz, Veracruz.

## Desarrollo

El objetivo primordial de las operaciones simuladas, es que al momento de la determinación del impuesto a pagar este sea lo menos posible o incluso puedan manifestar pérdidas fiscales, mismas que podrán acreditarse en ejercicios posteriores, otra alternativa por la cual simulan las operaciones son que debido al exceso de gastos puedan obtener saldos a favor, los cuales con posterioridad son utilizados vía compensación, acreditamiento o en su caso solicitarlos en devolución. Esta práctica generalmente es utilizada por contribuyentes que tienen alta capacidad económica ya que implementan estrategias fiscales agresivas para evitar el pago del impuesto o en su caso verse beneficiados al recibir una devolución de saldo a favor.

El SAT a través de las publicaciones de los listados definitivos que contienen al nombre o razón social de aquellos contribuyentes que han sido ubicados en los supuestos establecidos en los párrafos primero y segundo (emitir comprobantes sin contar con los activos, personal, infraestructura o capacidad material o bien, que dichos contribuyentes se encuentren no localizados) del artículo 69-B del CFF, ha estado afectado fiscalmente a los contribuyentes que sí tuvieron una operación real con los contribuyentes enlistados. Estas repercusiones fiscales son generadas por el criterio que el SAT ha tenido en contra de los comprobantes fiscales emitidos por estas empresas facturadoras, ya que el pensar de la autoridad todas las operaciones que amparan los comprobantes fiscales expedidos por los contribuyentes enlistados, son operaciones inexistentes toda vez que presumen que fueron emitidos sin contar con los activos, personal o infraestructura.

Ahora bien, con base al quinto párrafo del artículo 69-B del CFF el cual textualmente establece: Las personas físicas o morales que hayan dado cualquier efecto fiscal a los comprobantes fiscales expedidos por un contribuyente incluido en el listado a que se refiere el párrafo tercero de este artículo, contarán con treinta días siguientes al de la citada publicación para acreditar ante la propia autoridad, que efectivamente adquirieron los bienes o recibieron los servicios que amparan los citados comprobantes fiscales, o bien procederán en el mismo plazo a corregir su situación fiscal, mediante la declaración o declaraciones complementarias que correspondan, mismas que deberán presentar en términos de este Código, aquellos contribuyentes que efectuaron operaciones con algún contribuyente enlistado definitivamente aportara las pruebas necesarias que demuestren la materialización de las operaciones, sin embargo en el día a día nos percatamos que la autoridad no toma en cuenta dichas pruebas ya que aun y cuando los valora, no exime de responsabilidad al contribuyente que le dio efectos fiscales a estos comprobantes y por ende ejerce facultades de comprobación en contra de ellos. Aunado a lo anterior, debemos de tener presente que de conformidad con el artículo 63 del CFF la autoridad tiene la facultad de consultar sus bases de datos y mediante ella conocer a todos los contribuyentes con los que hayan tenido operaciones los contribuyentes facturadores, una vez detectados ejercerá facultades de comprobación en contra de aquellos contribuyentes que le dieron efectos fiscales a los comprobantes emitidos. Cabe mencionar que en algunos casos la autoridad en primera instancia formula una carta invitación, en la cual incita al contribuyente a autocorregir su situación fiscal para así no ejercer facultades de comprobación.

En este orden de ideas debemos de tener presente que todos los contribuyentes que efectuaron operaciones con algún EFOS están siendo blanco fácil por parte de la autoridad, aun y cuando estos no hayan sido los creadores de esta estrategia fiscal.

### Operaciones simuladas

Una operación simulada tiene su fundamento legal en el artículo 2180 del Código Civil Federal, el cual establece: **Es simulado el acto** en que las **partes** declaran o confiesan falsamente **lo que en realidad no ha pasado o no se ha convenido entre ellas**. En relación a este artículo entendemos claramente que una operación simulada se debe de efectuar entre dos contribuyentes, los cuales tienen como finalidad simular una operación que carece de materialidad o como bien lo denomina este artículo, una operación que en realidad no ha pasado. Estas operaciones toman más sustancia en el artículo 2181 del mismo ordenamiento el cual establece: la simulación **es absoluta** cuando el acto simulado nada tiene de real; es relativa cuando a un **acto jurídico** se le da una falsa apariencia que oculta su verdadero carácter. Para dejar más claro la simulación absoluta de la relativa, enuncio el siguiente ejemplo:

- La simulación es absoluta cuando el vendedor transfiere mediante escritura pública su propiedad a un tercero, **pero en el fondo no hay transferencia efectiva de la propiedad** (Pedro le dice a Juan: Venga le traspaso mi finca para que María no me la embargue, pero la finca sigue siendo mía). El vendedor no tiene la más mínima voluntad o intención de vender la finca.

- La simulación relativa es cuando Pedro le vende a Juan su finca por **100 millones** pero la escrituran por **50 millones para evitar el impuesto** por ganancia ocasional. En este caso, la realidad oculta se parece en algo a la realidad de la escritura, sólo que se oculta parte de precio real. Como se observa, existe la voluntad de vender la finca, pero se simula el precio real, de allí a que la simulación se considera relativa, o quizás el término más adecuado sería simulación a medias.

Como se pudo observar en estos ejemplos, es la forma en la que varios contribuyentes se encuentran operando, asimismo entendemos que dentro de las facultades de comprobación por parte de la autoridad, deberá probar que dichas operaciones no se produjeron.

### Integrantes de las Operaciones Simuladas

Para mayor entendimiento al tema, se considera necesario abordar mencionar los conceptos de EFOS y EDOS, ya que los mismos son fundamentales para distinguirlos de los demás participantes de un esquema de evasión fiscal. EFOS (Empresas que Facturan Operaciones Simuladas) son aquellas empresas que emiten comprobantes fiscales, con los cuales pretenden amparar la realización de operaciones inexistentes.

Por su parte, EDOS (Empresas que deducen operaciones simuladas) son aquellas empresas receptoras de comprobantes fiscales, con los cuales pretenden dar efectos fiscales a los mismos y comprobar supuestas operaciones realizadas

### Empresas que facturan Operaciones Simuladas (EFOS)

Con relación a este tipo de empresas podemos resaltar que son creadas para incentivar la evasión fiscal ya que tienen como objetivo facturar operaciones inexistentes y así repercutir un daño muy certero al fisco. Este tipo de empresas inicialmente empiezan a operar con los creadores de esta estrategia fiscal, sin embargo durante su transcurso operan con otros clientes, quienes no son partícipes en esta forma de trabajo, pero que de igual forman son perjudicados fiscalmente ya que la autoridad asume que fueron partícipes de esta forma de operar indebida.

El artículo 69-B del CFF contempla **la facultad que tiene la autoridad de presumir la inexistencia de operaciones**, Por lo que a continuación se señala el procedimiento que debe seguir la autoridad en estos casos:

1.- Primero, debe detectar que el contribuyente se encuentra en cualquiera de las siguientes situaciones:

- Que ha estado emitiendo comprobantes sin contar con los activos, personal, infraestructura o capacidad material, directa o indirectamente, para prestar los servicios o producir, comercializar o entregar los bienes que amparan tales comprobantes, o bien,
- Que el contribuyente se encuentra no localizado.

2.- Cuando detecta esto, entonces la autoridad fiscal presume que las operaciones amparadas en los comprobantes que ha expedido son inexistentes, y entonces procede a **notificarle** ésta situación al contribuyente que corresponda a través de 3 vías o medios:

- Buzón tributario.
- Publicación en el Diario Oficial de la Federación.
- Publicación en la página de internet del SAT.

Es necesario que se notifique por los 3 medios y no sólo por uno de ellos.

3.- Lo anterior para que los referidos contribuyentes puedan demostrar a la Autoridad, lo que por derecho convenga y así aportar la documentación e información que considere pertinente para poder desvirtuar los hechos que llevaron a la autoridad a notificarlos. Asimismo tendrán un plazo de quince días, contados a partir de la última de las notificaciones, fundamentadas con el artículo 69-B, segundo párrafo.

4.- Ahora bien, una vez transcurrido el plazo de los 15 días, la autoridad tiene un plazo de 05 días, para realizar la valoración de las pruebas que presente el contribuyente que ha sido encuadrado en el supuesto de EFO, en base a la determinación por parte de la autoridad, esta deberá de emitir y notificar su resolución.



5.- En caso de que el contribuyente no haya desvirtuado los hechos que la misma autoridad le está imputando, es aquí cuando se considera definitivamente en la situación prevista en el primer párrafo del artículo 69-B, asimismo la autoridad fiscal, después de que hayan transcurrido 30 días posteriores a la notificación de la resolución, publicara su nombre y Registro Federal de Contribuyentes, en un listado en el Diario Oficial de la Federación y en la página del Servicio de Administración Tributaria, publicación que tendrá como efecto considerar, con efectos generales, que las operaciones, contenidas en los comprobantes fiscales expedidos por el contribuyente en comento, no producen ni produjeron efecto alguno. Todo lo anterior, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 69-B, tercer y cuarto párrafo del CFF.

Por otra parte podemos enumerar las características que presentan los EFOS, las cuales son:

- En el domicilio fiscal manifestado no se observa actividad económica.
- No son localizados en su domicilio fiscal o atienden verificaciones de domicilio a través de un tercero y después desaparecen.
- No tienen empleados, maquinaria, equipo, inventarios, ni indicios de actividad productiva.
- Facturan intangibles (asesoría, capacitación, asistencia técnica, etc.).
- Realizan compras a empresas de reciente creación.
- Retiran de inmediato los depósitos que reciben, para después regresar el dinero directa o indirectamente a sus clientes (efectivo o cuentas bancarias de accionistas de sus clientes o terceros relacionados con éstos)
- Tiene un objeto social muy amplio para poder ofrecer al cliente un comprobante fiscal con un concepto que pueda disfrazarse mejor dentro de las actividades preponderantes de este.
- Emiten comprobantes fiscales correspondientes a operaciones que no se realizaron
- No tienen activos o estos no son idóneo o suficientes para llevar a cabo las operaciones que se especifican en los comprobantes fiscales
- Tienen cuentas bancarias o de inversiones que se encuentran activas durante un periodo determinado y después son canceladas o las dejan con saldos ínfimos después de haber manejado cantidades elevadas
- Tienen sus establecimiento en domicilios que no corresponden al manifestado ante el RFC
- Sus sociedades se encuentran activas durante un periodo y luego se vuelven no localizables
- Sus ingresos, en el ejercicio en el que se traten son casi idénticos a sus deducciones o estos son mayores por escaso margen
- Prestan servicios y, a la vez, reciben servicios por casi exactamente los mismos montos.
- Comparten domicilios con otros contribuyentes también prestadores de servicios

### **Empresas que Deducen Operaciones Simuladas (EDOS)**

Por otra parte se encuentran las empresas que les dieron efectos fiscales a los comprobantes fiscales expedidos por los EFOS, a quien denominamos como EDOS ya que estas son las empresas que la Autoridad considera como empresas que deducen las operaciones. Una vez aparecido el nombre de un contribuyente en la citada lista, todas aquellas personas físicas o morales que hayan dado cualquier efecto fiscal a los comprobantes fiscales expedidos por tal contribuyente incluido en el listado, contarán con un plazo de 30 días, contados a partir de la citada publicación, para realizar cualquiera de las siguientes acciones:

- Acreditar ante la propia autoridad, que efectivamente adquirieron los bienes o recibieron los servicios que amparan los citados comprobantes fiscales.
- Proceder a corregir su situación fiscal, mediante la presentación de la declaración o declaraciones complementarias que correspondan.

En caso de que la autoridad fiscal, en uso de sus facultades de comprobación, detecte que una persona física o moral no acreditó la efectiva prestación del servicio o adquisición de los bienes, o no corrigió su situación fiscal en los términos previstos, determinará el o los créditos fiscales que correspondan.

En general, las principales características que se deben considerar cuando se presume que se están en presencia de EDOS son las siguientes:

- Presentan signos evidentes de actividad económica
- Cuenta con instalaciones, empleados, maquinaria, equipo e inventarios.
- Sus proveedores reúnen las características de los EFOS

- Normalmente se encuentra al corriente en el cumplimiento formal de sus obligaciones fiscales
- Deduce cantidades injustificadas de intangibles (servicios personales, nomina, asesorías, etc.) ó tangibles (manuales) y compensa o solicita devoluciones de IVA
- Reciben, en cuentas bancarias no engrandas en la contabilidad o en cuentas bancarias abiertas a nombre de terceros relacionados con la EDOS (Socios, accionistas, representantes legales, empleados, etc.) el reintegro de lo que pago por supuestos bienes y/o servicios recibidos, en un importe menor a lo que erogo (entre un 5% y 16%) toda vez que los EFOS reintegran lo recibido menos la comisión por simular la operación

Es importante señalar que no necesariamente, en todos los esquemas se reflejan los puntos indicados, ya que actualmente existen empresas que carecen totalmente de actividad económica, no cuentan con instalaciones ni empleados ni maquinaria ni equipo por ejemplo: empresas que existen únicamente en papel, las cuales únicamente son creadas para generar saldos a favor o pérdidas fiscales, siendo todo, de manera absoluta, falta.

De igual manera es de precisarse que, en este procedimiento 69-B, la EDOS únicamente justificara las operaciones celebrada con una o varias EFOS, ya que sus demás operaciones se consideran como ciertas, por gozar del principio de buena fe de conformidad con el artículo 6 del CFF, hasta en tanto la autoridad fiscal no comprueba lo contrario mediante el ejercicio de sus facultades.

### **Análisis del artículo 69-B del CFF**

Cabe mencionar que el artículo 69-B del CFF se compone de 3 partes:

1.- Dispuesta por los tres párrafos iniciales, regula el procedimiento y consecuencia para los contribuyentes que han estado emitiendo comprobantes fiscales sin contar con los activos, personal, infraestructura o capacidad material, para prestar los servicios o producir, comercializar o entregar los bienes que amparan tales comprobantes, sujetos a los que los procedimientos y programas de fiscalización hacendarios entendidas como Empresas que Facturan Operaciones Simuladas (EFOS).

- Supuestos Aplicables para la Identificación de Operaciones falsas, simuladas inexistentes.
- Notificación a contribuyentes. Aportación de información y documentación
- Valoración de prueba y defensas

2.- Situada en el cuarto párrafo del mismo artículo, se refiere al cese general de efectos fiscales de las operaciones contenidas en los comprobantes expedidos por el contribuyente EFOS en cuestión.

3.- Contenida en los dos últimos párrafos de este artículo se dirige a las personas físicas o morales que hayan dado cualquier efecto fiscal a los comprobantes expedidos por un contribuyente EFOS incluido en una de las listas definitivas, personas físicas o morales que también estén en los programas de fiscalización denominados Empresas que Deducen Operaciones Simuladas (EDOS); es decir, a estos particulares se les sujeta a un procedimiento que les concede la opción de la autocorrección, o bien, les impone el deber jurídico de acreditar la efectiva realización de las operaciones amparadas en los comprobantes expedidos por el EFOS.

- Plazo para acreditar la realidad de las operaciones o para corregir su situación fiscal.
- Determinación del crédito fiscal. Actos o contratos simulados para efectos de la identificación de delitos.

### **Comentarios finales**

#### *Conclusiones*

Como pudimos observar, las operaciones simuladas son una práctica fiscal indebida que algunos contribuyentes han utilizado para fomentar la evasión fiscal, es por esto que la autoridad ha utilizado como soporte legal el artículo 69-B para poder detectar a los emisores de comprobantes fiscales y así poder llegar a quienes están detrás de esta estrategia fiscal, sin embargo aún y cuando el objetivo primordial de este artículo es terminar una práctica indebida, se pudo apreciar que se están viendo repercutidos fiscalmente aquellos contribuyentes que sí tuvieron una operación real con los EFOS publicados.

De acuerdo al artículo 69-B, el hecho de que la autoridad presume la inexistencia de las operaciones, trae como consecuencia el que tales operaciones no producen ni produjeron efecto fiscal alguno, esto es, no serán deducibles ni se podrán acreditar los impuestos trasladados en los mismos. Por lo que a los contribuyentes a quienes se les haya expedido los comprobantes respectivos, deberían corregir su situación fiscal a través de la presentación de las declaraciones complementarias que sean necesarias, ya que no procedería el IVA acreditado en su momento, ni la deducción tomada para efectos del ISR o del IETU, en caso de operaciones celebradas en el 2013 o antes.

De tal forma que los contribuyentes que hayan dado efectos fiscales a los comprobantes expedidos por las personas de quienes la autoridad fiscal ha presumido la inexistencia de sus operaciones, se enfrentan a la contingencia no únicamente de que ahora tienen una diferencia de impuestos a su cargo, sea en materia de ISR, IETU y/o IVA, sino que incluso tienen una contingencia de carácter penal, ya que las operaciones amparadas en los comprobantes se considerarán actos o contratos simulados, mismos que tienen una sanción de cárcel, dependiendo del monto que amparen los comprobantes, pero que va desde 3 meses hasta 9 años.

Cabe mencionar, que el actuar por parte de la autoridad se rige en primer instancia, en emitir cartas invitación a aquellos contribuyentes que tuvieron operaciones con algún EFOS publicado como definitivo, teniendo como finalidad de que ellos mismo corrijan su situación fiscal, pero si estos no corrigen la misma, están adoptando como medida disciplinar ejercer facultades de comprobación, las cuales van enfocados a desconocer dichas operaciones. En el ejercicio de facultades por parte de la autoridad se observa que las “operaciones simuladas” están siendo declaradas desde la última acta parcial, aun y cuando el contribuyente **aporte las pruebas suficientes demostrar la materialidad de las operaciones** como son: comprobantes fiscales, órdenes de compra, contratos, recibos de pago, contrarecibos, fotos, fichas de entradas y salidas de la mercancía, planos e incluso la prueba física de la operación. También se ha visto que la autoridad astutamente no cita el artículo 69-B del CFF como fundamento en sus resoluciones, pero si lo enuncian de manera clara y precisa ya que asienta en las actas que **“el contribuyente no cuenta con la infraestructura para desarrollar su actividad” o no “cuenta con el personal”**. En este orden de ideas se entiende que la autoridad **no le está dando el valor a las pruebas** aportadas por los contribuyentes, mismas que van encaminadas a demostrar la veracidad de las operaciones, es por esto que gran parte de los contribuyentes que se han visto envueltos en estas revisiones, se han visto indefensos ya que quedan expuestos a que la misma autoridad tome la decisión de aceptar las pruebas o en su caso rechazarlas, por lo que se concluye que el SAT es **juez y parte**.

### *Sugerencias*

Todas las empresas deben implementar mecanismos de control que prevengan tener operaciones de este tipo, como es fortalecer sus sistemas operativos de compra ya que deberán soportar todas y cada una de las operaciones que realicen, mediante cotizaciones, opinión de cumplimiento, tarjetas de almacén, controles estrictos de aceptación de nuevos proveedores, asimismo es conveniente que cuando una operación sea de un monto relevante, se sugiere que está tenga fe pública, en suma pruebas suficientes que soporten la materialidad de las operaciones.

### Referencias

- Código Fiscal de la Federación
- Código Civil Federal
- CP Pablo Cervantes García y LCP Miguel Ángel Tavares Sánchez, “Empresas que facturan o deducen operaciones simuladas: cambios al CFF y programas de fiscalización de las autoridades fiscales”, Num. 725, Junio 2014; consultado el 20 de septiembre de 2016, dirección de internet: <http://doctrina.vlex.com.mx/vid/facturan-deducen-simuladas-cambios-cff-537119066>

# Diseño de un controlador PID para un motor de CD utilizando la herramienta de desarrollo Launchpad MSP430 de T.I

M.I.E. Mario Humberto Ramírez Lio<sup>1</sup>, M.C. Rafael Castillo Gutiérrez<sup>2</sup>, Ing. Edson Javier Mares Bautista<sup>1</sup>,  
Ing. Anselmo Martínez García<sup>1</sup>, M.C. Aarón González Rodríguez<sup>1</sup>

**Resumen** – El presente trabajo trata del diseño de un controlador PID digital para controlar la velocidad de un motor de CD de 175W, el cual se acoplará a un generador trifásico para mantener la frecuencia generada constante. Las ganancias del controlador se obtienen de manera experimental mediante la respuesta escalón del mismo utilizando para esto una tarjeta de adquisición de datos PCI – 6024E. La etapa de control es implementada con la tarjeta Launchpad MSP430 y el microcontrolador MSP430G2553 de Texas Instruments y la etapa de potencia fue diseñada para trabajar con señales PWM.

**Palabras Clave** – Motor, PID, Launchpad, microcontrolador, PWM.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el rápido progreso en dispositivos electrónicos y de potencia ha hecho posible aplicar técnicas de control al área de máquinas eléctricas. El uso de microcontroladores ha permitido el desarrollo de controladores eficientes y precisos a dicha área tal es el caso del microcontrolador MSP430G2553 de Texas Instruments, el cual además puede ser usado en una gran variedad de aplicaciones de control, sensado y comunicaciones.

El Launchpad MSP430 de Texas Instruments maneja una gran variedad de microcontroladores de 16 bits de bajo costo, uno de ellos es el MSP430G2553 el cual posee dos contadores de 16 bits cada uno con tres registros de captura/compara, una interfaz universal de comunicación serie que soporta protocolos de comunicación como i2c, SPI y UART, modos de ultra bajo consumo de energía, entre otras características.

En este trabajo se implementa un controlador PID digital utilizando la tarjeta de desarrollo Launchpad MSP430 y el microcontrolador MSP430G2553, se utiliza el software Code Composer Studio para crear el código del controlador en un ambiente de programación de lenguaje C para posteriormente cargarlo al microcontrolador. La etapa de potencia consta básicamente de la conmutación de un interruptor electrónico de potencia MOSFET de enriquecimiento de canal N, cuya conmutación es controlada por señales PWM generadas por el microcontrolador MSP430G2553. El microcontrolador calcula la salida del PWM de acuerdo a la lectura proporcionada por un sensor de velocidad el cual envía al microcontrolador pulsos de onda cuadrada de determinada frecuencia y con esta frecuencia se calcula la velocidad del motor.

<sup>1</sup> M.I.E. Mario Humberto Ramírez Lio egresado de la Maestría en Ingeniería Eléctrica [mariohrnzlio@hotmail.com](mailto:mariohrnzlio@hotmail.com)  
M.C. Rafael Castillo Gutiérrez profesor en la Maestría en Ingeniería Eléctrica [rafa\\_cg@itcm.edu.mx](mailto:rafa_cg@itcm.edu.mx)  
Ing. Edson Javier Mares Bautista estudiante de la Maestría en Ingeniería Eléctrica [nosde-america@live.com](mailto:nosde-america@live.com)  
Ing. Anselmo Martínez García estudiante de la Maestría en Ingeniería Eléctrica [troky\\_16@hotmail.com](mailto:troky_16@hotmail.com)  
M.C. Aarón González Rodríguez profesor en la Maestría en ingeniería Eléctrica [aaronglzrod@yahoo.com.mx](mailto:aaronglzrod@yahoo.com.mx)  
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica

### ALGORITMO PID.

Existen diferentes maneras de realizar un algoritmo PID en un microcontrolador, en este caso se utilizó un PID paralelo cuyas ecuaciones que el microcontrolador resuelve son las siguientes<sup>1</sup>:

$$u(k)=K_p * e(k) \quad (1)$$

$$u(k)=u(k-1)+K_i * e(k) \quad (2)$$

$$u(k)=K_d [e(k)-e(k-1)] \quad (3)$$

Donde:

$K_p$  es la ganancia proporcional,  $K_i=K_p * T/T_i$  y  $K_d=K_p * T_d/T$ , siempre y cuando  $T$  sea constante.  $T_i$  y  $T_d$  Son las ganancia integral y derivativa obtenidas mediante el método de sintonización de controladores de Siegler – Nichols. “e” es el error y “u” es la entrada al sistema

### MODELO DEL MOTOR DE CD.

El motor de CD utilizado es un motor de 120V, el cual se muestra en la figura 1, en conexión paralelo es decir el campo y la armadura están conectados en paralelo y cuyo modelo matemático en espacio de estado es el siguiente<sup>2</sup>:

$$\frac{di_f}{dt} = -\frac{r_f}{L_{ff}} i_f + \frac{1}{L_{ff}} v_f \quad (4)$$

$$\frac{di_a}{dt} = -\frac{r_a}{L_{AA}} i_a - \frac{L_{AF}}{L_{AA}} i_f w_r + \frac{1}{L_{AA}} v_a \quad (5)$$

$$\frac{dw_r}{dt} = -\frac{B_m}{J} w_r + \frac{L_{AF}}{J} i_f i_a - \frac{1}{J} T_L \quad (6)$$

Donde:

$i_f$  = corriente de campo.

$i_a$  = corriente de armadura.

$w_r$  = velocidad.

$r_f$  = resistencia de campo.

$v_f$  = voltaje de campo.

$L_{ff}$  = inductancia de campo.

$r_a$  = resistencia de armadura.

$L_{AA}$  = inductancia de armadura.

$B_m$  = coeficiente de fricción.

$L_{AF}$  = inductancia mutua.

$T_L$  = par mecánico.

$J$  = inercia.

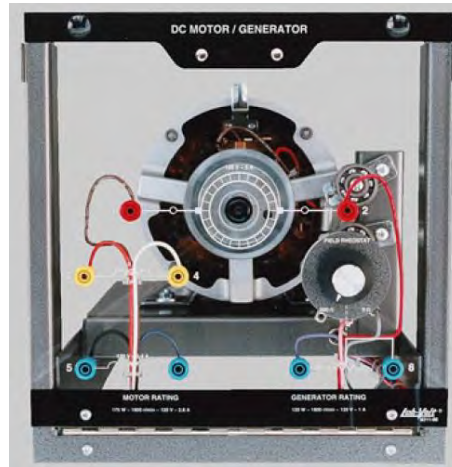


Figura 1. Motor de CD

Como se puede apreciar en el modelo matemático del motor es modelado en forma no lineal y además los parámetros son totalmente desconocidos, por lo que se optó por realizar el controlador de manera experimental. Para encontrar las ganancias del controlador se utilizó el método de sintonización de controladores de Ziegler – Nichols<sup>3</sup>, el cual consiste en aplicar al sistema una entrada escalón y de ahí encontrar las ganancias correspondientes al sistema. La figura 2 muestra una de las respuestas escalón obtenidas, la cual se obtuvo con la ayuda de la tarjeta de adquisición de datos PCI – 6024E la cual trabaja en un entorno Linux llamado RTAI (Real Time Application Interface for Linux) el cual permite crear aplicaciones y correrlas en tiempo real y además se pueden exportar los datos obtenidos para posteriormente manipularlos con algún software matemático, en este caso se utilizó MATLAB para graficar la respuesta escalón del motor de CD.

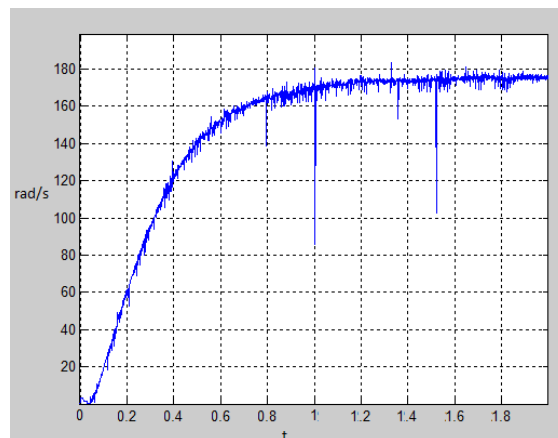


Figura 2. Gráfica de la respuesta escalón del motor de CD

### ETAPA DE POTENCIA.

La figura 4 muestra el circuito de la etapa de potencia.

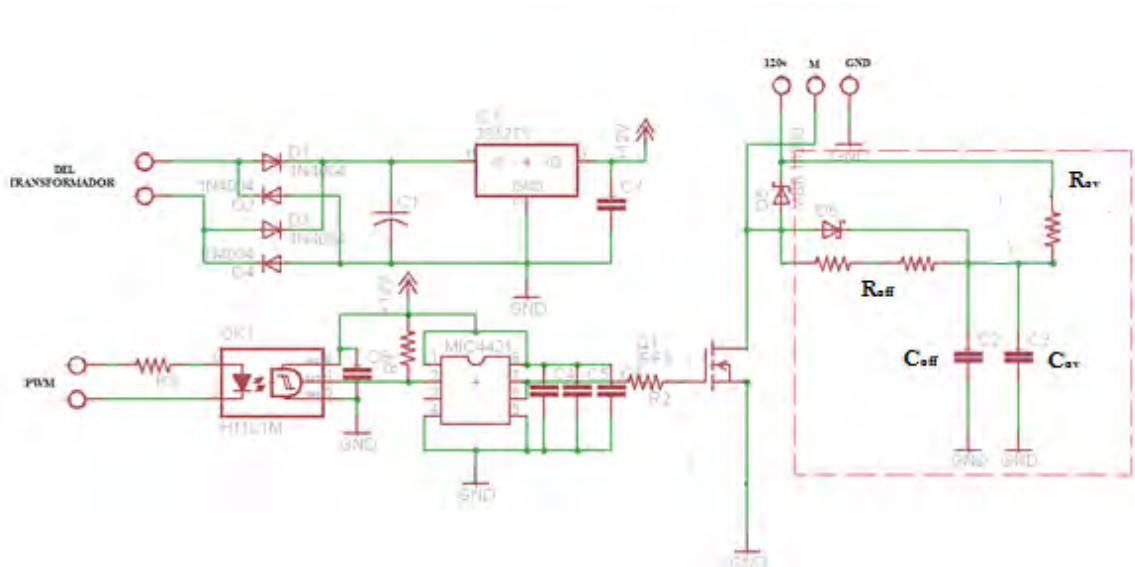


Figura 4. Etapa de Potencia

Para regular el voltaje aplicado al motor de CD se utilizaron señales PWM<sup>4</sup> y como interruptor principal se utilizó un MOSFET de enriquecimiento de canal N<sup>5</sup>, el opto acoplador H1N11 se utiliza para aislar la etapa de control (Launchpad) con la etapa de potencia y como el microcontrolador no es capaz de conmutar al MOSFET se utilizó para ello un manejador de compuerta de MOSFET (MIC4421), además fue necesario una rama snubber de apagado y de sobrevoltaje<sup>5</sup> en el MOSFET la cual está representada en el recuadro de la figura 4.

### SENSOR DE VELOCIDAD.

El sensor es bastante simple, este consta un sensor de efecto hall DRV5023, el cual cuando detecta un flujo magnético manda un pulso positivo a su salida. Entonces para detectar la velocidad del motor simplemente se le adapta un pequeño imán al eje del motor y el DRV5023 se coloca cerca de este, como el motor está girando continuamente en la salida del DRV5023 aparecerán pulsos, estos pulsos formaran una señal de determinada frecuencia, la cual el microcontrolador leerá y procesará para calcular la velocidad.

La ecuación para el cálculo de la velocidad que resuelve el microcontrolador es la siguiente:

$$\text{velocidad}_{\text{rpm}} = \frac{\text{frecuencia del Timer}_A}{\text{TA0CCR0}} * 60s = \frac{32768}{\text{TA0CCTL0}} * 60s \quad (7)$$

### RESULTADOS

En la siguiente tabla se muestran algunos resultados obtenidos al probar este controlador conectado a un dinamómetro, con el cual se le introdujo variaciones de carga, utilizando las ganancias  $K_p=2$ ,  $K_i = 2$ ,  $K_d = 0.016$

Tabla 5.1. Resultados obtenidos en pruebas realizadas al controlador.

| Carga                        | Velocidad pico (rpm) | Velocidad estable (rpm) | Ciclo de trabajo del PWM |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 0                            |                      | 1800                    | 0.8                      |
| 0.1 nm                       | 1775                 | 1800                    | 0.9                      |
| Al desconectar la carga      |                      |                         |                          |
| 0                            | 1833                 | 1800                    | 0.79                     |
| Al conectar carga nuevamente |                      |                         |                          |
| 0.19                         | 1751                 | 1800                    | 1                        |
| Al desconectar la carga      |                      |                         |                          |
| 0                            | 1857                 | 1800                    | 0.8                      |

El prototipo permite la interacción con el usuario para en su caso modifique las ganancias y obtenga diferentes tiempos de respuesta del controlador.

## REFERENCIAS

- [1] Gene F. Franklin, J. David Powell, Michael L. Workman, Digital control of Dynamic Systems, tercera edición, Addison Wesley Longman, Inc, 1998.
- [2] Paul C. Krause, Oleg Wasynczuk, Scott D. Sudhoff, Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, second edition
- [3] Katsujiko Ogata, *Ingeniería de control moderna*, quinta edición, Pearson education S.A. Madrid. 2010.
- [4] González Rodríguez Aarón. Notas del curso Electrónica de potencia. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. Cd. Madero, Tam. Ago. – Dic. 2015.
- [5] Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, *Electrónica de Potencia: convertidores, aplicaciones y diseño*, tercera edición, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE CV. 2009