

# ECOMATERIALES: APLICACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS EN PAVIMENTOS

Ing. Límberg Artemio Enríquez Figueroa<sup>1</sup>, Dra. Teresa López Lara<sup>2</sup>

**Resumen** – Las estructuras de pavimentos están propensas a sufrir deterioros a causa de una serie de factores, entre estos se encuentran la calidad en los materiales, cambios climáticos, deficiencias durante los procesos constructivos y tránsito pesado con exceso de carga, ocasionando que la seguridad del usuario disminuya. Por otro lado, el consumo desmedido de materiales desechables ha provocado que cada vez haya más desechos sólidos no degradables y aunado a esto el uso masivo de minerales como materia prima en la industria de la construcción ocasionan un impacto directo al medio ambiente y a la salud de los seres vivos, por ello este escrito tiene como objetivo recopilar y analizar las investigaciones realizadas con materiales reciclados para mejorar las características de la capa de rodadura de los pavimentos y con esto aumentar su vida útil.

**Palabras Clave** – pavimento, materiales, medio ambiente, características, desechos, reciclaje

## Introducción

Las redes carreteras son la infraestructura de mayor uso, al ser la principal vía de movilidad de los seres humanos, además de tener un impacto directo a nivel micro y macroeconómico en la productividad de una determinada región (Keane, 1996), por ello, la inversión en construcción y mantenimiento de redes carreteras sirve como herramienta para el crecimiento económico, generando condiciones de estabilidad en un país (Ibarrola, 2008).

En la actualidad para la construcción de las carreteras se tienen como alternativas los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles (Yorder y Witzack, 1975), los cuales tienen como función principal distribuir las cargas producidas por los vehículos a la subrasante (Pradeep *et al.*, 2018). Los pavimentos asfálticos (flexibles) son los más aplicados en la mayoría de los países, contando con una presencia en México, Estados Unidos y Europa del 96, 92 y 90% respectivamente (Wang *et al.*, 2017). La estructura de un pavimento asfáltico está conformada por cuatro capas, denominadas (de manera ascendente): subrasante, subbase, base y capa de rodadura (Padilha y Ghisi, 2017). La durabilidad de este tipo de pavimentos, en la fase de operación o servicio, dependerá directamente de la calidad y diseño de la mezcla asfáltica (Valdés *et al.*, 2012), en consecuencia ha provocado un mayor interés a los investigadores en realizar pruebas a las propiedades físicas y mecánicas que nos permitan saber si las mezclas asfálticas cumplen con los estándares de calidad requeridos (Reyes, 2009), ya que uno de los principales problemas al que se enfrentan los ingenieros dedicados a los pavimentos flexibles es la baja calidad de las mezclas (Figueroa *et al.* 2009).

Por otro lado, el sector de la construcción es uno de los más contaminantes, ocasionando un gran impacto negativo al medio ambiente, al ser el responsable directo de crear entre el 40 – 50% de los gases efecto invernadero emitidos en el mundo (Monkiz *et al.*, 2009). Corroborando lo anterior Arencibia *et al.* (2013) y Réyes *et al.* (2013) concluyen que la elaboración de las mezclas asfálticas tradicionales resulta ser uno de los principales agentes contaminantes, por tanto, se ha implementado realizar modificaciones en su composición a fin de reducir la contaminación y gases efecto invernadero derivados de esta práctica.

## Antecedentes

La sostenibilidad es un concepto evolutivo del siglo XXI, definido como el uso de los recursos de la Tierra de tal manera que se satisfaga la demanda de la generación actual sin obstaculizar las necesidades de las generaciones futuras (Kulman y Farrington, 2010). La creciente demanda de los recursos finitos de la Tierra ha creado un problema global y apremiante de la era moderna. De ahí la prioridad dada a la investigación para desarrollar un nuevo ligante que promueva la protección de los recursos naturales y el uso de materiales reciclados/residuos, para asegurar la sostenibilidad en carreteras y autopistas.

---

<sup>1</sup> Ing. Límberg Artemio Enríquez Figueroa, alumno de la Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

<sup>2</sup> Dr. Teresa López Lara, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

El término “betún” se le adjudica a un material viscoelástico y al único elemento deformable del pavimento, teniendo un papel muy importante en el rendimiento de un pavimento (Becker *et al.*, 2001). La mezcla asfáltica es un material trifásico complejo, compuesto de áridos gruesos y finos, un aglutinante y huecos de aire, por lo que se ha utilizado para la construcción de tejados y pavimentos (Amoussou *et al.*, 2016).

Algunas mejoras en las características del asfalto se han conseguido mediante su modificación por medio de la incorporación de polímeros sintéticos y naturales que puedan mejorar el rendimiento de los pavimentos de las carreteras y autopistas (Munera y Ossa, 2014). Sin embargo, existe cierta preocupación por la sustitución de los materiales vírgenes por polímeros reciclados (González *et al.*, 2002) ya que los polímeros son de alto coste. Se ha descubierto que los polímeros reciclados arrojan resultados similares en la mejora del rendimiento en carretera en comparación con los polímeros vírgenes, resultando ser una opción viable, tal cual, como lo plantean Figueroa *et al.* (2007). Desde el punto de vista económico y medioambiental, la utilización de polímeros reciclados como modificadores puede ayudar a mejorar el rendimiento del pavimento y a su vez a eliminar residuos sólidos (Poulikakos *et al.*, 2017).

A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes tipos de materiales como modificadores en el asfalto. A continuación, en la Tabla 1 se presenta un resumen de los polímeros utilizados, sus ventajas y desventajas, como modificadores de asfalto.

Tabla 1 Características de polímeros usados para modificar asfaltos.

Polímero	Ventajas	Desventajas	Usos
Polietileno (PE)	Resistencia a altas temperaturas Resistencia al envejecimiento Altos módulos	Problemas de inestabilidad Alto contenido de polímero Sin recuperación elástica	Industrial Pocas aplicaciones viales
Polipropileno (PP)	Baja penetración Mayor rango de plasticidad Mejora la resistencia de carga	Problemas de disgregación Baja resistencia térmica	No comercial
PVC	Disminución de grietas	Actúa principalmente como relleno	No comercial
Resinas epóxicas	Menor susceptibilidad a cambios de temperatura Mayor flexibilidad Resistencia al agrietamiento	Alto costo Se reblandece con el asfalto	Pavimentación de aeropuertos y puentes
Caucho natural	Mayor resistencia a la formación de rodaduras Mayor ductilidad Mayor elasticidad	Sensible a la descomposición y oxidación	Pavimentación

### Mezclas asfálticas modificadas con polímeros

Con la finalidad de fundamentar y respaldar técnicamente la viabilidad de incorporar residuos poliméricos a las mezclas asfálticas se han realizado diversos estudios en donde se obtuvieron resultados positivos en las propiedades mecánicas de la mezcla, a la vez de reducir la cantidad de desechos sólidos a causa de la utilización de plásticos no biodegradables, además de disminuir la producción de gases efecto invernadero a causa de la elaboración de mezclas asfálticas tradicionales, todo esto con el propósito de obtener pavimentos más duraderos, económicos y amigables con el medio ambiente.

#### *Utilización de desperdicios plásticos en mezclas asfálticas*

Kamada y Yamada (2002), llevaron a cabo un estudio, en el cual incorporaron por separado a mezclas asfálticas y abiertas polietileno, polipropileno y desechos plásticos domésticos en sustitución de una parte del agregado pétreo. Como resultados se encontraron que en la prueba de ahuellamiento al incorporar 10% de polietileno

o polipropileno se lograba una reducción drástica de la velocidad de deformación con 21000 pasadas/mm y 3940 pasadas/mm respectivamente, con respecto a la mezcla de control (580 pasadas/mm). En el caso de las mezclas abiertas se determinó que la incorporación del 8% de polietileno propiciaba el aumento de la resistencia hasta en un 40% superior al de la mezcla de control (sin modificar). Por otro lado, la resistencia a la fatiga por flexión tuvo una ligera mejora con la incorporación del polietileno.

#### *Valorización de residuos plásticos en mezclas asfálticas*

Lastra e Indacochea (2016) en una investigación llevada a cabo en el CEDEX de España valorizaron el uso de residuos plásticos en mezclas asfálticas en caliente a partir de la incorporación de diferentes polímeros entre los que se encuentran, el polipropileno, polietileno, poliestireno y neumáticos fuera de uso en diferentes proporciones. La modificación se llevó a cabo mediante la vía seca (agregado) adicionando diferentes porcentajes de los polímeros, encontrando como óptimo para todos los casos el 1% respecto al peso total de la mezcla y con un tamaño menor de 0.075 milímetros. De acuerdo a los resultados obtenidos, y en comparación con la mezcla de referencia, las mezclas que incorporaban alguno de estos residuos poliméricos presentaban, en todos los casos, mayor resistencia a la deformación permanente, así como un módulo dinámico más alto sin perjudicar su resistencia a la fatiga.

#### *Mezclas asfálticas modificadas y sus propiedades dinámicas*

En Malasia Baghaee *et al.* (2012) realizaron la siguiente investigación cuyo objetivo principal era determinar los cambios de rigidez y vida a fatiga de mezclas asfálticas tipo SMA que contenían en su fabricación tereftalato de polietileno (PET) proveniente de botellas de plástico recicladas. El residuo plástico triturado con un tamaño máximo de 2.36 mm se adicionó directamente a la mezcla en porcentajes de 0.2 hasta 1.0 por ciento. Una vez realizadas las pruebas de caracterización mecánica los autores concluyeron que el porcentaje óptimo de PET fue el 1%, ya que con esta cantidad se presentó el mayor módulo de rigidez (4500 MPa) así como el mayor número de ciclos a la falla (61981) en los ensayos de módulo de rigidez a tensión indirecta y fatiga por flexión indirecta respectivamente.

### **Conclusiones**

Con la información recabada de las diferentes investigaciones citadas y a través de los resultados obtenidos en ellas, se puede corroborar que las mezclas modificadas con polímeros de diversos tipos adquieren propiedades mecánicas superiores a las otorgadas por una mezcla tradicional, teniendo en cuenta que para este fin se puede hacer uso de diferentes tipos de plásticos reutilizados, propiciando un impacto positivo en el medio ambiente. Para obtener resultados positivos hay que considerar los siguientes aspectos:

- Cantidad de polímero a emplear no deberá ser excesivo, teniendo como rango entre el 0.1 y 1%.
- Método y forma de incorporación, ya sea como agregado o modificador de asfalto.

### **Referencias**

- Keane, Thomas (1996) The Economic Importance of the National Highway System. *Public Road*, 59 (4).
- Ibarrola, Humberto (2008) La importancia de la infraestructura carretera en el desarrollo económico de un país, *Rutas*, (127), pp. 3.
- Yorder, Eldon y Witzack, Matthew (1975) Principles of pavement design. *United States of America: John Wiley & Sons*, pp. 5.
- Pradeep K.; Gautam P., Agrawal R. & Harshwardhan S., (2018), Sustainable use of waste in flexible pavement: A review, *Construction and Building Materials*, 180, pp. 239-253.
- Wang, Tao; Renata, Chris, Chen, Hong y Huang, Wei (2017) Elastic Shape Memory Hybrids Programmable at Around Body-Temperature for Comfort Fitting, *Polymers*, 9, pp. 1-12.
- Padilha T. & Ghisi E. (2017), Asphalt mixtures emission and energy consumption: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, pp. 473-484.
- Valdés, Gonzalo; Pérez, Félix y Calabi, Alejandra (2012) La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro, *Revista Ingeniería de Obras Civiles*, 1, pp. 26-36.
- Reyes, Óscar (2009) Cambios dinámicos y mecánicos de una mezcla asfáltica densa por las propiedades del asfalto y energía de compactación, *Ingeniería y desarrollo*, 26, pp. 139-155.

- Figueroa, Ana; Fonseca, Elsa y Reyes, Fredy (2009) Caracterización físicoquímica y morfológica de asfaltos modificados con material reciclado, *Ingeniería Universidad Bogotá*, 13 (1), pp.45-70.
- Monkiz, Mohamad; Banfill, Phillip y Menzies, Gillian (2009) Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review, *Sustainability*, 1, pp. 674-701.
- Arencibia, Edna; Hunco, Juana y Perera Manuel (2013) Análisis de la contaminación atmosférica de la planta de asfalto caliente “Abel Santamaría”, de Coliseo, *Avanzada Científica*, 16 (3), pp.1-15.
- Reyes, Óscar; Fuentes, Luis y Moreno, Óscar (2013) Comportamiento de mezclas asfálticas fabricadas con asfaltos modificados con ceras, *Ingeniería y desarrollo*, 31, pp. 161-178.
- Kuhlman T. y Farrington J. (2010) What is sustainability, *Journal Sustainability*, 2, pp. 3436-3448.
- Becker Y., Mendez M. y Rodríguez Y. (2001) Polymer modified asphalt, *Technological visión*, 9, pp. 39-50.
- Amoussou R., Tanoue H., Sasaki M., y Shigeishi S. (2010) Hydrothermal recovery of asphalt from asphalt concrete, *Construction and Building Materials*, 125, pp. 1196-1204.
- Munera, Juan y Ossa, Alexander (2014) Polymer modified bitumen: optimization and selection, *Materials and desing*, 62, pp. 91-97.
- Gonzalez O., Peña J., Muñoz M., Santamaría A., Pérez A. y Martínez F. (2002) Rheological techniques as a tool to analyze polymer-bitumen interactions: bitumen modified with polyethylene and polyethylene-based blends, *Energy and Fuel*, 16, pp. 1256-1263.
- Figueroa, Ana; Reyes, Fredy, Hernández, Diana, Jiménez, Christian y Bohórquez, Natalia (2007) Análisis de un asfalto modificado con incorpor y su incidencia de una mezcla asfáltica densa caliente, *Ingeniería e Investigación*, 27 (3), pp. 5-15.
- Poulikakos L., Papadaskalopoulou C., Hofko B., Gschosser F., Cannone F., Bueno M., Arraigada M., Souza J., Ruíz R., Petit C., Loizidou M., y Partl M., (2017) Harvesting the unexplored potential of European waste materials for road construction, *Resource, Conservation and Recycling*, 166, pp. 32-44.
- Kamada, O., Yamada, M., (2002). Utilization of waste plastic in asphalt mixtures, *Memoirs of the Faculty of Engineering*, 43, pp. 111-118. Osaka, Japón.
- Lastra-González, P., Indacoechea-Vega, I. (2014) Reporte técnico No. 174, Proyecto Polymix, valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas, *RETEMA: Especial de reciclaje*, 27(172), pp. 18-21.
- Baghaee-Moghaddam, T., Rehan-Karim, M., Syammaum, T. (2012) Dynamic properties of Stone mastic asphalt mixtures containing waste plastic bottles, *Construction and Building Materials*, 34, pp. 237–242.



# ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) BAJO DOS DENSIDADES DE POBLACIÓN

José Alberto Salvador Escalante-Estrada<sup>1</sup>, María Teresa Rodríguez-González<sup>1</sup>, Claudia A. López Arias<sup>1</sup>, Yolanda Isabel Escalante-Estrada<sup>2</sup>.

**Resumen.** El girasol por sus diferentes usos es un cultivo de importancia mundial. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la densidad de población (D) sobre la dinámica de crecimiento con base a materia seca (MS) de tallo, hojas, capítulo, biomasa total, rendimiento y sus componentes del girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado, sembrado el 3 de mayo de 2016 a 50 mil y 100 mil plantas por ha, bajo régimen de lluvia en Montecillo Méx., de clima templado, en suelo arcillo limoso y pH 7.6. Al aumentar la D se presenta mayor altura de planta, se incrementa por m<sup>-2</sup>, el número de hojas, la MS en tallo, hojas, capítulo, biomasa total, la tasa de crecimiento del cultivo, del capítulo, número de granos y el rendimiento, pero no afecta los días a etapas fenológicas, el índice de cosecha y el tamaño del grano.

**Palabras clave:** peso seco del grano, número de granos, área del capítulo, índice de cosecha, tamaño del grano.

**Abstract.** The sunflower for its different uses is a crop of global importance. The objective of the study was to determine the effect of population density (D) on growth dynamics based on dry matter (DM) of stem, leaves, head, total biomass, yield and its components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado, planted on May 3, 2016 at 50 thousand and 100 thousand plants per hectare, under rainfall in Montecillo Méx., of temperate climate, in silty clay soil and pH 7.6. When increasing the D, greater plant height is presented, the leaves number, the DM in stem, leaves, head, total biomass, the crop growth rate, the head growth rate, grains number and grain yield, but does not affect the days to phenological stages, the harvest index and the grain size.

**Key words:** dry grain weight, grains number, head area, harvest index, grain size.

## Introducción

El girasol es un cultivo de importancia económica mundial, debido a que el grano que es fuente de ácidos grasos insaturados (oleico y linoleico), además del contenido de tocoferoles (Padley *et al.*, 1994), que lo hacen apropiado para la alimentación humana, también se utiliza para alimentación de aves, conejos, uso medicinal, producción de biodiesel, su uso como forraje (Escalante *et al.*, 2008), sus residuos de cosecha para el manejo de maleza (Rodríguez *et al.*, 1998) y elaboración de productos para la cocina. En México se ha retomado el interés por este cultivo. La SAGARPA señala que del periodo 2003-2016 la superficie sembrada pasó de 1.48 mil a 9.35 mil hectáreas, lo que permitió alcanzar una producción de 8.97 mil toneladas en 2016. Sin embargo, sólo se cubre 7.49% del requerimiento nacional de girasol para la producción de aceite, por lo que México importa esta oleaginosa principalmente de países como Argentina, Estados Unidos y España ([https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256431/B\\_sico-Oleaginosas-parte\\_una.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256431/B_sico-Oleaginosas-parte_una.pdf)). Datos del SIAP (2015), reportan un rendimiento medio de grano de 0.98 t ha<sup>-1</sup>. Así, los estudios enfocados hacia un mayor rendimiento en grano (RG) y calidad del mismo se justifican, por lo que se deben buscar estrategias para lograr

<sup>1</sup> <sup>1</sup>Postgrado en Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de Méx, México.56230. [jasee@colpos.mx](mailto:jasee@colpos.mx), [mate@colpos.mx](mailto:mate@colpos.mx), [lopez.claudia@colpos.mx](mailto:lopez.claudia@colpos.mx);<sup>2</sup>Instituto de Investigación Científica Área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero México. [y\\_escalante@yahoo.com.mx](mailto:y_escalante@yahoo.com.mx)

estos incrementos, mediante cultivares y prácticas agrícolas apropiadas para cada región, dentro de éstas la densidad de población (D) es una alternativa. Para Valles Altos de México con clima templado, donde el cultivo del girasol no es común (Escalante *et al.*, 2015 a), se han reportado incrementos en el RG al elevar la D en siembras de verano bajo condiciones de lluvia (Aguilar *et al.*, 2005) y en siembras de otoño con riego (Escalante *et al.*, 2015 b). Identificar y entender las bases ecofisiológicas que regulan la respuesta de los cultivos a la D, permitirá diseñar la geometría del cultivo para lograr incremento en el rendimiento. Por otra parte, conocer la dinámica de crecimiento de los componentes del RG es de importancia para determinar estrategias que conduzcan a lograr incrementos en el RG. Los estudios al respecto son limitados, por ello el objetivo de esta investigación fue determinar la dinámica de crecimiento con base a materia seca de tallo, hojas, capítulo, biomasa total, rendimiento en grano y sus componentes en función de la densidad de población.

### **Materiales y método**

El estudio se realizó bajo condiciones de régimen de lluvia en Montecillo Méx. (19° 29' N, 98° 54' O y 2250 msnm de altitud) de clima templado (Cw, García, 2004). El suelo en los primeros 30 cm, es de textura arcillo limosa con pH 7.6. La siembra del girasol (*Helianthus annuus L.*) cultivar Victoria Mejorada se realizó el 3 de mayo de 2016 en surcos de 80 cm de separación. Los tratamientos fueron las densidades de población (D) de 50 mil (D5) y 100 mil (D10) plantas por ha. Antes de la siembra a todo el cultivo se le aplicó 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, la fuente de N fue Urea. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó los días a ocurrencia a fases fenológicas de acuerdo con las claves de Schneiter y Miller (1981). Durante el desarrollo del cultivo con una periodicidad de 20 a 30 días, se registró, la altura de la planta (A), el número de hojas m<sup>-2</sup> (H), la acumulación de materia seca m<sup>-2</sup> (MS) en tallo, hoja, la total (BT) y en el capítulo (PC). A la cosecha, la biomasa total (materia seca en g m<sup>-2</sup>, BT), el rendimiento de grano (materia seca del grano, g m<sup>-2</sup>, RG), número de granos m<sup>-2</sup> (NG), tamaño de grano (mg, TG), el área del capítulo (cm<sup>2</sup>, AC) y número de granos por capítulo (GC). Se realizó un análisis de varianza para las variables en estudio, a las que resultaron con diferencias significativas, se les aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey, mediante el paquete estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2003). Durante el ciclo del cultivo se registró la temperatura (°C) máxima (T<sub>máx</sub>), mínima (T<sub>mín</sub>) y la precipitación pluvial (PP, mm) estacional.

### **Resultados y discusión**

#### *Fenología y elementos del clima*

No se observaron diferencias entre D en los días a fases fenológicas. La emergencia fue a los 8 días después de la siembra (dds), la etapa R5 a los 64; y R9 a los 122 dds. Para el período vegetativo (PV) y reproductivo (PR), la T<sub>máx</sub> y T<sub>mín</sub> promedio fue de 24 y 8 °C y de 24 y 3 °C, respectivamente. La PP estacional fue de 320 mm (69% en el PV y 31% PR).

#### *Dinámica de crecimiento en altura (A) y número de hojas (H)*

En la Figura 1 se observa que el patrón de crecimiento en altura (A) que fue sigmoideo y número de hojas que se ajusta a un polinomio de segundo grado, para ambas densidades. Así mismo, los valores más altos de A y H se encontraron con la D10. En ambas D, la altura máxima se encontró a los 110 dds siendo de 222 cm en D10 y 199 cm en D5. Desde los 30 dds, el número de hojas (H), fue significativamente más alto en D10 que en D2, los valores más altos se encontraron a los 90 dds con 190 H m<sup>-2</sup> y 126 H m<sup>-2</sup> para D10 y D5, respectivamente. Posteriormente, el número de H descendió debido a la senescencia foliar siendo la tasa más alta en D10 (Figura 1).

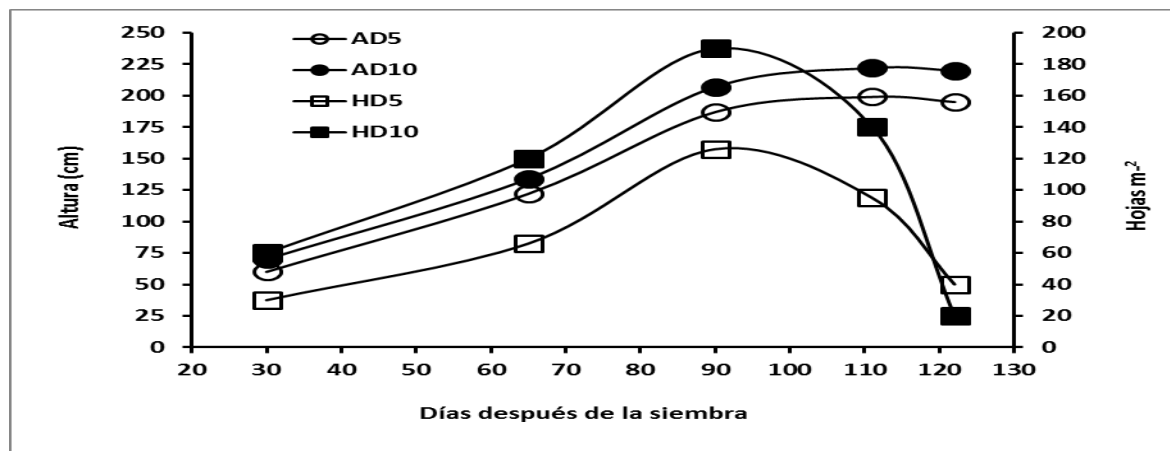


Figura 1. Dinámica de crecimiento en altura de planta (A) y número de hojas m<sup>-2</sup> (H) en girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado bajo densidades de población de 50 mil (D5) y 100 mil (D10) plantas ha<sup>-1</sup>. Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. 2016.

*Dinámica de acumulación de materia seca (MS) en tallo (PT) y hojas (PH)*

En la Figura 2, se observan diferencias entre D, en la acumulación de MS en tallo (PT) y hojas (PH). Los valores más altos se encontraron en D10. En ambas D, el PT más alto, se encontró a los 111 dds con 998 g m<sup>-2</sup> y 679 g m<sup>-2</sup>, para D10 y D5, respectivamente. Posteriormente, el PT disminuyó hasta la madurez fisiológica, en parte debido a la respiración de mantenimiento y a la translocación de MS hacia el capítulo en crecimiento que contiene los aquenios (frutos llamados semillas). Tendencias semejantes se observaron en el PH, en donde el valor más alto se encontró a los 95 dds con 520 g m<sup>-2</sup> y 312 g m<sup>-2</sup> para D10 y D5, respectivamente. Posteriormente, la PH se redujo hasta la madurez fisiológica, debido a la posible respiración de mantenimiento y translocación de fotoasimilados para el llenado del capítulo que contiene las semillas.

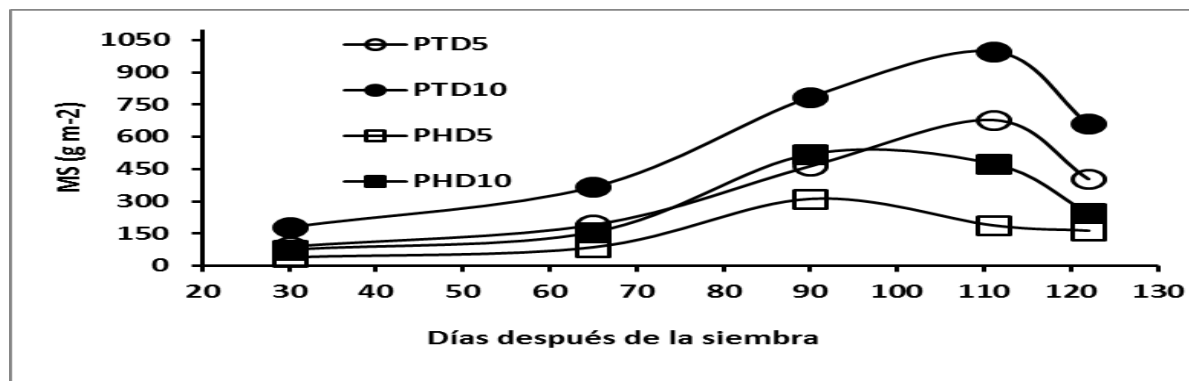


Figura 2. Dinámica de acumulación de MS en g m<sup>-2</sup> para tallo (PT) y hojas (PH) en girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado bajo densidades de población de 50 mil (D5) y 100 mil (D10) plantas ha<sup>-1</sup>. Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. 2016.

*Dinámica de crecimiento en acumulación de materia seca total (BT) y en capítulo (PCA)*

En la Figura 3 se observa que para D5 y D10, el patrón de acumulación e BT fue del tipo sigmoideo y exponencial para el PCA. Los valores más altos en ambas variables se encontraron en D10. A los 122 dds, la BT de D10 (2720 gm<sup>-2</sup>) superó en 58 % a D5 (1722 g m<sup>-2</sup>). En cuanto a la PCA, desde los 65 dds, la PCA de D10 fue superior a D5, encontrando el PCA más alto a la MF con 1498 g m<sup>-2</sup> y 958 g m<sup>-2</sup>, respectivamente. En ambas variables, la mayor

acumulación de MS en BT y PCA fue producto de una mayor TCC y TCCAP como se presenta en el Cuadro 1. La TCC más alta en D10 se observó en el período de 65-90 dds; mientras que en D5 entre los 90-111 dds .La más alta TACAP se encontró de los 111-122 dds para ambas D.

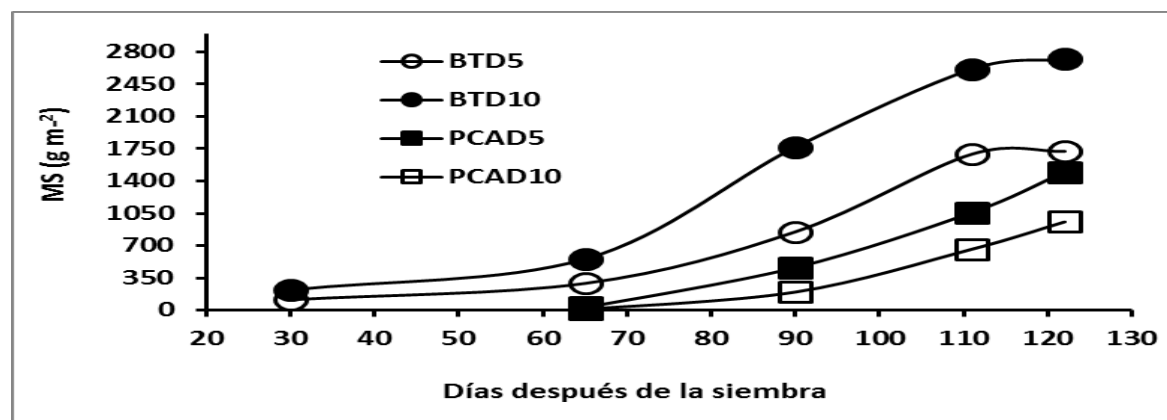


Figura 3. Dinámica de la materia seca (MS) total (BT) y del capítulo (PC) en girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado bajo densidades de población de 50 mil (D5) y 100 mil (D10) plantas ha<sup>-1</sup>. Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. 2016.

Cuadro 1. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC, gm<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>) y tasa de crecimiento del capítulo (TACAP, gm<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>) en girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado bajo densidades de población de 50 mil (D5) y 100 mil (D10) plantas ha<sup>-1</sup>. Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. 2016.

Período (días)	TCC ( gm <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> ) BTD5	TCC ( gm <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> ) BTD10	Tukey 0.05	TACAP ( gm <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> ) PCAD5	TACAP ( gm <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> ) PCD10	Tukey 0.05
30-65	5 b	9 a	3			
65-90	22 b	48 a	10	7 b	17 a	4
90-111	31 b	40 a	8	22 b	29 a	6
111-122	3 b	10 a	4	27 b	40 a	10

En hileras tratamientos con letra diferente son estadísticamente diferentes.

*Biomasa, índice de cosecha ,rendimiento y componentes*

El mayor número de H y de MS en tallo (PT), hojas (PH), las más altas TCC y TACAP en D10 generaron mayor BT y rendimiento en grano (RG) a la cosecha (Cuadro 2). Así mismo, el más alto RG fue producto de un mayor número de granos (NG) y número de granos por capítulo (GC). El área del capítulo (AC) fue más baja en D10. No obstante, el mayor número de capítulos en D10 condujo a un RG más alto. El IC y TG no fueron afectados por cambios en la densidad . El IC promedio fue de 10 y el TG de 56 mg.

Cuadro 2. Biomasa (BT) , índice de cosecha (IC) , rendimiento (RG) y componentes del girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivar Victoria Mejorado bajo densidades de población de 50 mil (D5) y 100 mil (D10) plantas ha<sup>-1</sup>. Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. 2016.

Densidad	BT (gm <sup>-2</sup> )	IC (%)	RG (gm <sup>-2</sup> )	TG (mg)	NG m <sup>-2</sup>	AC (cm <sup>2</sup> )
----------	------------------------	--------	------------------------	---------	--------------------	-----------------------

(plantas m <sup>-2</sup> )						
D10	2720 a	10 a	272 a	55 a	4945 a	230 b
D05	1720 b	10 a	172 b	57 a	3017 b	271 a
Media	2221	10	222	56	3981	250
Tukey 0.05	450	2	50	4	250	25

En columnas valores lo letra similar son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey 0.05. TG = tamaño del grano (mg), NG = número de granos; AC = área del capítulo. D10= 100 plantas ha<sup>-1</sup>; D5 = 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

### Conclusión

Con el aumento en densidad de población se presenta mayor altura de planta, se incrementa por m<sup>-2</sup>, el número de hojas, la acumulación de materia seca en tallo, hojas, en capítulo, la biomasa total, la tasa de crecimiento del cultivo, la de acumulación de materia seca en el capítulo, el número de granos y el rendimiento en grano. Los cambios en densidad de población no afectaron los días a etapas fenológicas, el índice de cosecha y el tamaño del grano.

### Referencias bibliográficas

- Aguilar García Lucio, J. Alberto Escalante Estrada, L. Tijerina Chavez, E. Mark Engleman y L. Fucikovsky. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoamericana* 23 (3): 303-310.
- Escalante-Estrada José Alberto Salvador, María Teresa Rodríguez-González y Yolanda Isabel Escalante-Estrada. 2015a. Fenología, biomasa y rendimiento de cultivares de girasol en Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Publicación Especial*. Octubre. 307-311.
- Escalante Estrada J. A.S., M. T. Rodríguez- González, Y.I. Escalante- Estrada. 2015b. Rendimiento y componentes en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima templado. *Memorias en extenso del 4 Congreso Internacional Multi e Interdisciplinario de Ingenierías. Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa. Cintalapa Chis.* pp.385-389. ISSN:207-9516.
- Escalante Estrada I. E., Y. I. Escalante E. C. Linzaga E. 2008. Densidad de siembra del girasol forrajero. *Agronomía Costarricense*: 32(2):177-182.
- García, E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. Cuarta edición. UNAM. México, D.F. 217 p.
- Padley, F.B., Gunstone F.D. and Harwood J.L. 1994. Occurrence and characteristics of oils and fats, In: F.D. Gunstone, J.L. Harwood and F.B. Padley (Eds.), *The Lipid Handbook*, Chapman & Hall, London, pp. 47-223.
- Rodríguez G Ma. Teresa, J A Escalante E. y L. Aguilar .1998. Control de maleza con productos de girasol (*Helianthus annuus* L.) . *Memorias del XIX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Mexicali BC. México.* pp:24-26.
- Schneiter A. and J.F. Miller. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Sci.* 21:901-903.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Avance de siembras y cosechas. Resumen Nacional por cultivo. <http://www.siap.gob.mx>.
- Statistical Analysis System (SAS Institute). 2003. SAS/STAT User's Guide Release 9.1 ed, Cary, NC, USA.

# La “Lecto – Matemática”: Procesos algorítmicos que pueden fortalecer las técnicas Matemáticas para lo solución de problemas situacionales en los adolescentes de secundaria

Drte. César Gerardo Escalante Galindo <sup>1</sup>

**Resumen**— La sabiduría de emplear complementos matemáticos en la cotidianidad del alumno, usando sus propios congéneres de conocimientos, formas y estilos de aprendizaje, es el principal fundamento para este ensayo, donde se planea el mejorar arduamente mediante situaciones procedimentales en el uso correcto del álgebra, aritmética, geometría y cálculo. Tomando en consideración que los adolescentes no aprenden sintiéndose obligados a realizar alguna tarea, sino buscando un conjunto de pasos donde por sí mismos encuentren soluciones a partir de la didáctica usada en los problemas a los que se enfrentan y estos a su vez, poniéndolos en práctica en su vida cotidiana.

**Palabras clave**— estilos de aprendizaje, estrategias para resolver un problema, formas y resultados.

## Introducción

En nuestra actualidad, los alumnos adolescentes invierten su tiempo en cosas ajenas a la educación, su interés está más visto en cosas coloquiales, burdas e irónicas, un adolescente dirige su atención al qué dirán los demás, el buscar la aceptación de sus iguales, el ser el centro de atención de su institución educativa o fuera de ella y que sus demás compañeros lo vean como (burdamente se pueda decir) el más popular.

Partiendo de esta problemática, nos hacemos la cuestión; ¿el alumno entonces es científicamente analítico a lo que hace o solo lo hace por intuición?

Conocer a nuestros adolescentes demanda no solo explorar su comportamiento, sino ver más allá de sus habilidades para demostrar que lo que aprende lo puede demostrar con facilidad. Es invertir el tiempo necesario para identificar cualidades propias e impropias de él mismo, donde se puede demostrar que las circunstancias negativas que se atribuyen a su edad, puedan ser favorables y ponerlas en práctica para mejorar paulatinamente su imaginación espacial en el área geométrica, identificar los logaritmos que favorecen su comprensión y el análisis algebraico de descifrar con mayor facilidad datos y formulas congruentes que le ayudarán a conllevar su aprendizaje de la manera autónoma y práctica en el estudio de los procesos matemáticos que se deberán utilizar no solo en una aula de clase sino en cualquier momento de su vida.

## Descripción del Método

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

Los resultados que han arrojado las evaluaciones diversas ajenas a las instituciones educativas o resultados de exámenes de admisión a niveles educativos de nivel medio superior, demuestran una gran apatía por la materia de matemáticas en adolescentes de educación secundaria, estos resultados dan como indicadores que los alumnos no saben leer adecuadamente para formalizar sus conocimientos dentro de la problemática a la hora de contestar un examen de esta índole.

Sin embargo, no solo es el estrés de contestar adecuadamente un examen, la exigencia va más allá de cualquier situación en el adolescente. Dentro de esta exigencia existen más factores que provocan estos resultados negativos en él adolescente, factores que se pueden identificar en la falta de su comprensión analítica y gramatical, si un alumno no es capaz de identificar los procesos que conllevan a la mejor solución de un examen de matemáticas, aunque el alumno está preparado con los conocimientos necesarios, será incapaz de resolverlos eficazmente obteniendo malos resultados en su desarrollo.

---

<sup>1</sup> César Gerardo Escalante Galindo, estudiante de Doctorado en Educación en la Universidad Tangamanga, campus Tequis, de la ciudad de San Luis Potosí, S. L. P., Méx. [cgeg90@gmail.com](mailto:cgeg90@gmail.com)



Aceptando que algo se está haciendo mal en los procedimientos que desarrollan los adolescentes a la hora de enfrentarse a contestar un examen interno o externo, aceptamos lo propuesto por José Antonio Marina (2005), en su libro “La magia de leer”: donde describe que “*la Naturaleza entera es un gran libro, escrito en lenguaje matemático, que es, al fin y al cabo, un lenguaje más*”.

Cada uno de los estudiantes en la adolescencia, tienen demasiados obstáculos en su aprendizaje y captación de información, sea por problema personales conjuntos con problemas emocionales y aunado con esto, los adolescentes muestran una gran apatía por aprender algo que ellos piensan no lo usaran, tratar de que un adolescente conciba que los campos formativos de las matemáticas no solo son internos en una aula de clases, sino que todo lo que se aprende lo puede utilizar constantemente, es la tarea más difícil en la que se enfrenta un profesor de matemáticas, pero no imposible si se muestra que las matemáticas pueden ser formativas, educativas, divertidas y productivas.

## **Campo**

Los resultados obtenidos de la prueba PISA (2016) describen que menos del 1% de los estudiantes de 15 años logran buenos resultados en ciencias, matemáticas o lectura y de acuerdo con la prueba, el desempeño de México se encuentra por debajo del promedio de los países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en ciencias (416 puntos), lectura (423 puntos) y matemáticas (408 puntos).

El estudio se efectúa en una escuela secundaria de la Ciudad de San Luis Potosí, México, escuela con influencia de alumnos pandilleriles, familias monoparental, problemas económicos y problemas de drogadicción. Situación que describe de focos rojos en cuestión educativa, prevista a partir de estos resultados de estas estadísticas. Demostrando que los adolescentes entre las edades de 15 años “no saben leer adecuadamente un problema matemático”.

Por otra parte, se sabe que la influencia de las diferentes redes de comunicación como Facebook, twitter, WhatsApp, etc., está haciendo emocionalmente a un alumno carente de razonar, medios de comunicación que obstaculizan el aprendizaje de una manera burda y peligrosa, la sociedad del conocimiento está pasando a términos incomprensibles, donde el ser el mensaje más votado, el más leído, el saber que su compañero de estudio es más popular, el ver una broma que causa revuelo en la sociedad, etc., le es más importante al adolescente que saber entender lo que se lee a partir de una lectura informativa, tal como un problema matemático.

Se ha demostrado que los alumnos son más visuales al desarrollo de problemas matemáticos que analíticos y reflexivos. Esto quiere decir, que los adolescentes se basan más en la mecanización de los ejercicios, que en la práctica aritmética del uso correcto de los datos de un problema. Es claro que un alumno que puede leer eficazmente, comprende con mayor facilidad lo que se va a realizar, pero, si el alumno no destaca entre sus cualidades esta forma de aprendizaje, obtendremos un obstáculo más en su aprendizaje.

## **Objetivo**

Las estadísticas en las medias nacionales de desempeño de logro de los adolescentes de secundaria, de un total de 2,950, marcan un déficit negativo en nivel de desempeño elemental de 56.5 % de alumnos encuestados, un 18% en la media de alumnos con promedio bueno y solo el 2.9 % con alumnos de nivel excelente. (Fuente: Tabla de resultados ENLACE 2006 – 2012. Medias y Niveles de logro).

Mientras que estas estadísticas a nivel nacional, ofrecen un gran problema para el nivel de secundaria, encontramos una dificultad mayor en la escuela secundaria donde se hace la investigación. Los resultados arrojados son plenamente negativos, donde solo el 1.25% de un total de 127 alumnos tienen resultados satisfactorios, un 23.8 % tienen un porcentaje elemental y lo alarmante que un 74.95 % de la población tiene niveles de comprensión matemática muy por debajo de la estadística nacional.

Estas problemáticas, han dado pie a formularse un método cualitativo de confrontar lo que saben los alumnos con las formas de aprendizaje de los mismos, partiendo principalmente con los procesos matemáticos que demandan las operaciones algorítmicas, una forma de analizar y concientizarlos mediante la Lecto – Matemática, la cual ayudará al alumno a formularse un patrón de procesos que ayudarán en su desarrollo paulatino para su ejecución.

Es por eso, que los maestros de matemáticas nos debemos de enfrentar a retos no solo de impartir un conocimiento, sino de enseñar a desarrollar conocimientos a partir de sus propios tipos de comunicación y aprendizaje, ya que no todos los alumnos aprenden de una misma forma, las variantes existen entre vertientes donde indican que un alumno puede inferir en su conocimiento a partir de dos o tres estilos de aprendizaje, sin importar en él cual sea el de mayor fuerza.

## Preguntas científicas.

Entonces...

- ▶ ¿Por qué los resultados tan negativos en esta escuela secundaria?
- ▶ ¿La calidad educativa y zona en la que se encuentra la Institución influye en el desarrollo cognitivo de los adolescente?
- ▶ ¿Por qué si los alumnos saben leer, no saben identificar los datos precisos para resolver una problemática?

## Población:

El estudio práctica de la Lecto – Matemática, se realizará en un grupo de tercer año de la escuela secundaria “Marco Antonio Vázquez Carrizales”, con un total de 27 alumnos inscritos en ese grupo en el periodo lectivo 2018 – 2019, sin embargo, a la primera mitad del ciclo escolar, existe un índice de deserción demasiado alto, donde actualmente en el periodo enero – febrero (2019) solo hay 20 alumnos en el grupo en mención.

Durante la investigación, se ha podido observar que la constante falta de motivación por parte de los alumnos y a su vez, que no les interesa aprender las matemáticas, es el obstáculo más grande encontrado, la gran apatía y el constante bombardeo de los medios de comunicación que obstaculizan el análisis cognitivo, se presenta diariamente en esta escuela secundaria, sin embargo, utilizando medios donde se destaque la forma y los estilos de aprendizajes que más predominan en los adolescentes, servirán para dar un análisis práctico al utilizar procedimientos como diferentes problemarios desarrollando actividades diarias para el progreso paulatino de la enseñanza matemática.

Si bien se sabe que el interés por solo cumplir y terminar los ejercicios propuestos en clase, hacen al alumno una máquina de trabajo sin méritos ni logros, les interesa conocer un resultado y generar con esto una respuesta. No realizan ningún tipo de análisis científico o la absorción de los datos precisos del problema para mejorar la forma de resolverlos. Al enfrentarse a cualquier problema o ejercicio se necesita de procedimientos aritméticos, algebraicos, logarítmicos, etc., dirigidos especialmente al cómo resolverlos de la mejor manera, de esta forma, los problemarios servirán para encausar la comprensión lectora del análisis de datos, formulas, sustituciones y llegar eficazmente a un resultado.

## Aporte práctico y teórico.

Se sabe que los alumnos que leen apropiadamente, no encuentra obstáculos para su análisis y detenciones de la información durante las problemáticas presentes en diferentes evaluaciones, ya que comprenden lo que leen y mediante su estilo de aprendizaje, demuestran su adentro a un mundo ideológico del saber hacer, implementando sus propias herramientas como principales bases a lo que se está enfrentando.

El alumno que no comprende lo que lee, tiene resultados negativos, esto describe S. Gudder, que *“La esencia de las matemáticas no es hacer las cosas simples complicadas, sino hacer las cosas complicadas simples”*. Por tal motivo, si el alumno se adentra en lo que está leyendo, será capaz de afrontar los retos que demandan las matemáticas.

## Por lo tanto:

- ▶ El estudio de la Lecto – Matemática permitirá conocer las características personales de cada alumno, sus formas de cómo lleva a cabo un desarrollo cognitivo del problema al que se enfrenta y sus herramientas para llegar a una solución
- ▶ A partir de la comprensión lectora, esta apoyará al estudiante de manera práctica al acercarse a un análisis crítico y reflexivo a partir de la de lo que demanda el ejercicio.
- ▶ Identificar en los adolescentes procesos educativos entre sus iguales, apoyados entres sí mismos a encontrar una dosificación de información precisa.
- ▶ Las nuevas teorías sobre el desarrollo cognitivo de la matemática, avances científicos y tecnológicos y las nuevas modalidades educativas, ampliaran significativamente el papel de la matemática en la vida cotidiana del alumno.
- ▶ Darle oportunidad al juego del ensayo y error, donde pueda intervenir sus aprendizajes prácticos, dándoles la necesaria confianza para poder llegar por sí mismos a lo que se busca a partir de un desafío o consigna matemática

Para llevar a cabo esta tarea, es importante apoyarse de la tabla de los Estilos de aprendizaje basadas en el artículo de los Alonso, Gallego y Honey (1995), donde hacen destacar las preferencias y cualidades de cada alumno, como lo son:

Tabla 1 Estilos de aprendizaje según Alonso, Gallego y Honey (1995),				
Estilo de aprendizaje		Preferencias	cualidades	Palabras clave
1.	Activos	Disfrutan de nuevas experiencias, no son escépticos y poseen una mente abierta.	No les importa aprender una tarea nueva, ya que no evitan los retos a pesar de que eso pueda comprometer la idea que tienen de sí mismos y de sus capacidades	Impaciencia
2.	Reflexivos	Observan las experiencias desde distintos ángulos.	Analizan datos, pero no sin antes haber reflexionado con determinación. Son prudentes y no se apresuran a la hora de extraer conclusiones de sus vivencias, por lo cual pueden llegar a parecer dubitativos.	Cuidadosos
3.	Teóricos	Analíticos, pero les gusta sintetizar y buscan integrar los hechos en teorías coherentes, sin dejar cabos sueltos y preguntas sin respuesta.	Son racionales y procuran permanecer objetivos ante todo.	Perfeccionistas
4.	Pragmáticos	Son realistas a la hora de tomar decisiones y resolver una cuestión, "si es útil es válido".	Orientan su aprendizaje hacia la necesidad de dar respuestas a problemas concretos.	Prácticos y necesitan comprobar sus ideas
5.	Lógico (matemático)	Emplean la lógica y el razonamiento en lugar de contextualizar	Utilizan esquemas en los que se muestran las cosas relevantes.	Perseverantes
6.	Social (interpersonal o grupal)	Personas que prefieren trabajar con los demás siempre que pueden	Tratan de compartir sus conclusiones con otros. y ponen en práctica sus conclusiones en entornos grupales	Juego de roles
7.	Solitario (intrapersonal o individual)	Característico de aquellos que prefieren la soledad y la tranquilidad para estudiar	Son personas reflexivas y suelen centrarse en temas que sean de su interés y dan mucho valor a la introspección a los "experimentos mentales", aunque también pueden experimentar con la materia.	Individualidad, egocentrismo
8.	Aprendizaje visual	No son buenos leyendo textos pero, asimilan muy bien las imágenes, diagramas, gráficos y vídeos.	Suele ser práctico para ellos el empleo de símbolos o crear una taquigrafía visual al tomar apuntes	Esquemalizaciones
9.	Aural (auditivo)	Aprenden mejor cuando escuchan	Aprenden mucho en el aula, escuchando a los maestros.	discusiones, debates o las explicaciones
10.	Verbal (lectura y escritura)	Estudian mejor leyendo o escribiendo.	proceso de elaboración de estos apuntes es una buena herramienta para su aprendizaje Para ellos, es mejor leer los apuntes o simplemente elaborarlos	aprendizaje lingüístico
11.	Kinestésico	Aprenden mejor con la práctica, es decir, haciendo más que leyendo u observando	análisis y reflexión Estudiantes que deben ser involucrados en la aplicación práctica de los conceptos que pretenden enseñar.	Movimiento, liderazgo, atención
12.	Multimodal	Individuos que combinan varios estilos	No tienen una preferencia determinada de aprender.	aprendizaje flexible

Por lo tanto, mediante la Lecto - Matemática, el alumno descubrirá los procesos, técnicas, procedimientos y herramientas heurísticas que implican su resolución, ya que al realizar problemas situacionales, están más relacionados con la adquisición de procedimientos eficaces para enfrentar problemas como los de exámenes de PISA, ENLACE, CENEVAL o PLANEA, tal como lo menciona Skemp (1993), en la "Psicología del aprendizaje de las matemáticas, aclara que las matemáticas no puede aprenderse directamente del entorno cotidiano, sino solo de una manera indirecta desde otros matemáticos".

En esta parte, los alumnos impulsarán su sentir y la mejora de sus habilidades para desarrollar un problema, donde se destaque los 4 pasos de la Lecto - Matemática, al igual que sus sentidos espaciales, de tiempo y estructuras de la realidad, procedimientos mentales de inducción y deducción y principalmente, las características individuales, mejorando paulatinamente los resultados de exámenes internos, externos de las Instituciones o los exámenes de admisión al nivel medio superior que deseen los adolescentes.

Siempre tomando en cuenta las bases principales de un problema matemático que son:

- 1. Obtención de los datos del problema:** Principal fuente de información para resolver la actividad.
- 2. Formulación:** Métodos y sucesiones algorítmicas para el uso preciso de los datos del problema, aplicando las formulas necesarias, orden, tiempo y ubicación

3. **Procedimientos:** Procesos algorítmicos usos apropiados de las operaciones algebraicas, geométricas, espaciales y aritméticas según lo indique el procedimiento.

4. **Resultado**

Estos pasos darán la importancia del proceso matemático en los jóvenes, que a su vez demanda el uso de diferentes métodos de aprendizaje continuo y significativo, una visión de que los números no se enseñan arcaicamente, sino que se debe de utilizar formas, métodos y estrategias para que por sí mismos encuentren el gusto de las matemáticas leyéndolas y formulando sus propios procedimientos analíticos de soluciones.

El resultado de estos 4 puntos, nos darán como secuela un problema eficaz para su entendimiento y comprensión logrando con esto mejores resultados próximos en instrumentos evaluativos por parte institucional de diferentes organización de evaluación académica, describiendo lo que dijo Lester (2013), que “la resolución de problemas es una actividad que requiere que la persona (o grupo) articule una variedad de acciones cognitivas a partir de sus procesos lectivos y cognitivos”

**Comentarios Finales**

Es interesante como los alumnos van sobresaliendo de las problemáticas en que se les presentan durante la práctica de las matemáticas, desarrollando poco a poco métodos, instrumentos y herramientas que les ayuden a formalizar un aprendizaje significativo, el apoyo mutuo del conocerse a través de las investigaciones de los estilos de aprendizaje (V.A.K), apoyan de manera significativa a la investigación, partiendo de sus gustos y confrontando retos personales, donde cada reto va ligado principalmente a nuevas consignas de mayor niveles de dificultad.

A su vez, el alumno demandará al docente la práctica secuencial de diferentes problemarios de niveles 1, 2, 3, 4 y 5, destacando la particularidad de las formas prácticas comunes, individuales y colectivas de resolver ejercicios matemáticos, cada uno de ellos a partir de lo aprendido en clases durante el curso o en anteriores ciclos. Estos problemarios se describen en el apéndice.

Cronograma de actividades de la Lecto – Matemática												
Nombre de la Escuela		Sec. Of. “Marco Antonio Vazquez Carrizales”				Grado y grupo		3er año Grupo “C”				
Maestro responsable		Drte. César Gerardo Escalante Galindo				Ciclo escolar		2018 – 2019				
Actividad		2018					2019					
		Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
1	Investigación del promedio en matemáticas que tienen los alumnos de nuevo ingreso. Diagnóstico	X										
2	Test estilos de aprendizaje según Alonso, Gallego y Honey (1995).	X										
3	Problemarios nivel 1 Aritmética 1: operaciones básicas en ejercicios comunes y situacionales		X									
4	Problemarios nivel 2 Aritmética 2: Sucesiones numéricas con potenciación y radicación			X								
6	Problemarios nivel 3 Geometría: líneas, puntos, áreas y perímetros de polígonos regulares				X							
7	Problemarios nivel 4 Álgebra 1 y 2 : ecuaciones de primer y segundo grado					X						
9	Problemarios nivel 5 Álgebra 2: ecuaciones cuadráticas						X					
11	Avances logrados según sus estilos de aprendizajes						X					
12	Aplicaciones de los 4 fundamentos matemáticos (Datos, formulas, sustitución y resultado)							X	X			
13	Resultados de sus modelos de aprendizaje en la solución de problemas matemáticos									X	X	

*Resumen de resultados*

Se demuestra que a partir de diferentes técnicas y niveles de las problemáticas expuestas, los alumnos van alcanzando una cierta madurez en el cómo leer adecuadamente un problema situacional, apoyados de sus propias técnicas, desarrollan su propio lenguaje cognitivo algebraico, geométrico y aritmético para emplear los 4 pasos de las matemáticas. Los resultados obtenidos son satisfactorios y poco a poco se van demostrando. No se puede hablar de mejoras en un 100 %, pero destacan las habilidades de cada alumno para enfrentar su propio ensayo y error y de ellos buscar estrategias para una mejor calidad educativa matemática.

*Conclusiones*

Los resultados demuestran la necesidad de practicar continuamente las operaciones básicas elementales, ir subiendo de niveles de complejidad, pero especialmente, buscar las herramientas donde el alumno sea capaz de valorar su trabajo, inculcando los pasos matemáticos para llegar a una solución pertinente. Darles la oportunidad de

fracasar, pero de estos errores superar parte por parte su proceso analítico y reflexivo, no obstaculizarlos con un “no se puede”, alentarlos a seguir aprendiendo con diferentes estilos de sus iguales y superar la barrera del fracaso.

### Recomendaciones

Mostrar al alumno que las matemáticas no se aprenden en el momento solo para pasar una serie de analogías numéricas, sino que son los procesos que hacen a una persona más crítica y reflexiva, que el saber leer una serie de datos les ayudaran a formalizar una amplitud de ideas, pasos, métodos, soluciones y resultados, a los cuales por sí mismos y con el apoyo de los involucrados en este conocimiento sus diferentes estrategias y herramientas a utilizar, llevaran consigo resultados positivos y eficientes. El atrevimiento será la base fundamental para un cambio positivo en el área matemática.

### Referencias

- Aranda Zafra, M., Pérez Miguel, I., Sánchez Díaz, B. (s.f.). *Bases psicopedagógicas de la Ed. Especial. Dificultades en el aprendizaje matemático*. Recuperado de: [https://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/resteban/Archivo/TrabajosDeClase/DificultadesMatematicasLenguaje1.pdf](https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/resteban/Archivo/TrabajosDeClase/DificultadesMatematicasLenguaje1.pdf)
- Santaolalla Pascual, E. (2009). *Matemáticas y estilos de aprendizaje*. Facultad de Educación, Universidad Nacional Educación a Distancia – UNED – España
- Meza Nava, F., Cárdenas Monzada, V. (2015). *Materiales para la aplicación de herramientas: Toma de lectura, producción de textos escritos y cálculo mental*. Dirección General de Desarrollo de la Gestión Educativa de la Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública.
- Meza Nava, F., Cárdenas Monzada, V. (2016). *Materiales para la aplicación de herramientas: Toma de lectura, producción de textos escritos y cálculo mental*. Dirección General de Desarrollo de la Gestión Educativa de la Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública.
- Resultados de educación básica PLANEA 2015. Recuperado de: [http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados\\_anteriores/](http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados_anteriores/)
- Resultados de educación básica PLANEA 2016. Recuperado de: [http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados\\_anteriores/](http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados_anteriores/)
- Resultados de educación básica PLANEA 2017. Recuperado de: [http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados\\_anteriores/](http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados_anteriores/)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2002). La sociedad del conocimiento. *Revista de ciencias sociales*. N. 171. P. 225

### Notas Biográficas

El Doctorante **César Gerardo Escalante Galindo**, es catedrático en nivel secundaria y nivel medio superior, estudiante del Doctorado en Educación en San Luis Potosí, Méx., por la universidad Tangamanga campus Tequis. Su maestría en Educación basada en Competencias por la universidad del Valle de México, plantel San Luis.

### Apéndice

Cronograma de actividades de la Lecto – Matemática													
Nombre de la Escuela	Sec. Of. “Marco Antonio Vazquez Carrizales”					Grado y grupo	3er año Grupo “C”						
Maestro responsable	Drte. César Gerardo Escalante Galindo					Ciclo escolar	2018 – 2019						
Actividad		2018					2019						
		Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
1	Investigación del promedio en matemáticas que tienen los alumnos de nuevo ingreso. Diagnóstico	X											
2	Test estilos de aprendizaje según Alonso, Gallego y Honey (1995).	X											
3	Problemarios nivel 1 Aritmética 1: operaciones básicas en ejercicios comunes y situacionales		X										
4	Problemarios nivel 2 Aritmética 2: Sucesiones numéricas con potenciación y radicación			X									
6	Problemarios nivel 3 Geometría: líneas, puntos, áreas y perímetros de polígonos regulares				X								
7	Problemarios nivel 4 Álgebra 1 y 2: ecuaciones de primer y segundo grado					X							
9	Problemarios nivel 5 Álgebra 2: ecuaciones cuadráticas						X						
11	Avances logrados según sus estilos de aprendizajes							X					
12	Aplicaciones de los 4 fundamentos matemáticos (Datos, formulas, sustitución y resultado)								X	X			
13	Resultados de sus modelos de aprendizaje en la solución de problemas matemáticos											X	X

# Influencia del Trabajo Colaborativo en el Rendimiento Escolar en Alumnos de Educación Primaria

Dr. Rubayyath Gildebardo Escamilla Flores<sup>1</sup>, Lic. Dennise Elena Argûeyes Bautista<sup>2</sup>,  
Dr. Allan Chacara Montes<sup>3</sup>, Mtro. Emigdio Germán Martínez Vázquez<sup>4</sup>, Mtro. Julio Cesar Perez Mercado<sup>5</sup>

**Resumen** – La presente investigación se ubica en el paradigma cuantitativo con un diseño pre experimental de alcance descriptivo-correlacional, la cual se desarrolló con un grupo de 31 alumnos de segundo grado de la Escuela Primaria “Manuel Ferra Martínez” en la colonia Tepeyac, Navojoa, Sonora, en el ciclo escolar 2016-2017. Se aplicó un pre test de español para conocer el desempeño de los educandos, mostrando bajos resultados en su mayoría. Posteriormente se desarrollaron estrategias de trabajo colaborativo durante las clases durante un bimestre. Así mismo, después de concluir las se aplicó un pos test para obtener el rendimiento. Por último se les aplicó una evaluación de trabajo colaborativo. Por medio del estadístico t de Student con una correlación moderada positiva de 0.879, se acepta la hipótesis de trabajo “la implementación del trabajo colaborativo en el aula influye de manera significativa en el desempeño escolar de los alumnos de segundo grado de primaria” rechazando la hipótesis nula la cual menciona que no hay influencia de esta estrategia en el rendimiento escolar de los alumnos.

## Introducción

A lo largo de la historia se ha ido conociendo cada vez más acerca del trabajo colaborativo, y las ventajas que tiene una enseñanza así; y es desde los años 70's en adelante grandes personajes, investigadores, psicólogos y profesores tales como Zañartu (2003) quien menciona que el aprendizaje colaborativo está centrado básicamente en el diálogo, la negociación, en la palabra, en el aprender por explicación y el desarrollo de espacios de desarrollo de habilidades grupales.

Vigotsky (1979) proponía diferenciar dos niveles de desarrollo del niño: el de desarrollo actual, referido a la ejecución o resolución de un problema individual, y el más avanzado de desarrollo próximo, referido a la ejecución o resolución de un problema con ayuda. Y es aquí donde él hace hincapié en que, en colaboración, ya sea de un adulto o de sus iguales, logra un aprendizaje futuro inmediato.

Las metodologías de enseñanza y aprendizaje han ido cambiando, sin embargo, el trabajo de manera conjunta siempre ha sido una estrategia valiosa la cual genera un conocimiento grupal, como sostiene Johnson y Johnson (1999) tiene una larga data. Sin embargo, no fue sino hasta fines de los años treinta cuando la escuela pública empezó a ver como importante la competencia interpersonal, y ya en los años sesenta los hermanos Johnson empezaron a formar docentes implementando este uso de aprendizaje colaborativo.

Cabe resaltar que otro punto importante para realizar este estudio es que en el Plan de Estudios de Educación Básica 2011, el cuarto principio pedagógico dice que se debe trabajar en colaboración para construir el aprendizaje, donde docente y alumnos serán partícipes en el proceso, siendo el maestro un guía en la construcción de saber. Por ello, más que buscar las barreras para trabajar de esta manera, es necesario señalar las múltiples relaciones que se establecen al interior del aula, y que apoyan en la mejora del desempeño escolar de los alumnos.

En la escuela primaria “Manuel Ferra Martínez” donde se llevó a cabo la investigación se observa que el educando no aprende como debería, lo hace de manera solitaria, aislado, solo con su punto de vista, por lo contrario, el saber de los compañeros lo volvería una posibilidad de enriquecer lo que ya sabe, contrastando diferentes opiniones y distintos saberes culturales; se toma en cuenta que este proceso no se debe tomar a la ligera, se le podría dar el tiempo necesario,

<sup>1</sup> Estudiante del Programa Educativo de Ingeniero Industrial y de Sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora, Navojoa, Sonora. [francisco\\_aguilarr@hotmail.com](mailto:francisco_aguilarr@hotmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Académico Auxiliar Administrativo del PE de IIS en el Instituto Tecnológico de Sonora Unidad Navojoa, Sonora. [allan.chacara@itson.edu.mx](mailto:allan.chacara@itson.edu.mx) (Asesor del proyecto)

<sup>3</sup> Profesor de tiempo completo del PE de IIS en el Instituto Tecnológico de Sonora Unidad Navojoa, Sonora. [mauricio.lopez@tson.edu.mx](mailto:mauricio.lopez@tson.edu.mx)

<sup>4</sup> Profesor de tiempo completo del PE de IIS en el Instituto Tecnológico de Sonora Unidad Navojoa, Sonora. [jose.velarde@itson.edu.mx](mailto:jose.velarde@itson.edu.mx)

<sup>5</sup> Profesor de tiempo completo del PE de IIS en el Instituto Tecnológico de Sonora Unidad Navojoa, Sonora. [afquiroz@itson.edu.mx](mailto:afquiroz@itson.edu.mx)



que es lo que los docentes tratan de evitar, sin darse cuenta cómo están afectando el desempeño de los alumnos. Otro punto importante observado en la primaria, es la falta de disposición al trabajo en equipo de algunos alumnos que prefieren realizar las tareas de forma individual, de esta manera no comparten lo que saben con los demás, o simplemente no pierden tiempo al trabajar, dejando de lado la cultura de colaboración que implica relaciones de “confianza”, de apoyo mutuo, auto-revisión y aprendizaje compartido, esto se ve reflejado en sus calificaciones, puesto que gran parte de los educandos tienen resultados bajos, pudiendo elevar resultados si compartieran el liderazgo para aprender conjuntamente.

Teniendo claras las problemáticas citadas anteriormente, donde el educando necesita de esa puesta en común con sus compañeros para concretizar el conocimiento, tomando en cuenta el contexto áulico en el que se desarrollan los procesos de aprendizaje que actualmente son de individualismo, rechazo, poco compromiso hacia el desempeño de sus pares, es difícil que como alumnos alcancen a llegar a su zona de desarrollo próximo, el nivel máximo de aprendizaje faltándoles ese andamiaje, el escalón que los impulsaría para poder obtenerlo, de esta manera, al no generar un entorno colaborativo; el proceso total de enseñanza quedaría a medias, ahora bien, ¿Sería importante que desde hoy se pusiera en práctica esta estrategia de trabajo?

El objetivo definido para el proceso de investigación, que se vuelve una guía para el pleno desarrollo del trabajo, teniendo un camino visible de lo que se busca. Por ello, se plantea el objetivo general que es “Reconocer qué influencia tiene el trabajo colaborativo en el desempeño escolar en alumnos de educación primaria”.

En sí la realización de esta investigación tendría múltiples beneficios, en primer lugar la consolidación de los conocimientos de los alumnos, siendo objetivo del sistema educativo mexicano plasmado en las principales metas establecidas en la Ley General de Educación, la cual consisten en “la adquisición de conocimientos por parte de los educandos, así como su capacidad de observación, análisis y reflexión crítica”, además se potencializarían sus habilidades y aptitudes; y su desarrollo personal, de esta manera recibirían una educación de mayor calidad.

Por otra parte, lograríamos reafirmar la idea de que como docente, la integración del trabajo colaborativo en las secuencias realizadas día a día, favorecen todo el proceso educativo, obteniendo mejores resultados, dentro del aula académicamente hablando, así como fuera de ella, puesto que con este tipo de ambientes de trabajo iría de manera implícita la mejora en la convivencia al fomentar la búsqueda de metas afines y en colaboración.

### **Descripción del Método**

El estudio tiene un enfoque de tipo cuantitativo, con alcance descriptivo-correlacional, presenta un diseño de tipo pre experimental debido. El cohorte es de tipo transversal, puesto que se recolectan datos en un solo momento, en este caso, se tomará en cuenta un bimestre, de esta manera se describen las variables y las interrelaciona en un momento dado.

Para lograr entender mejor el sentido de la investigación se han planteado dos hipótesis:

HI: La implementación del trabajo colaborativo en el aula influye de manera significativa en el desempeño escolar de los alumnos de segundo grado de primaria.

H0: La implementación del trabajo colaborativo en el aula no influye de manera significativa en el desempeño escolar de los alumnos de segundo grado de primaria.

Como punto de partida para esta investigación se presenta una hipótesis de investigación (HI) y una hipótesis nula (H0), conformadas por dos variables: la variable independiente (VI) y la variable dependiente (VD), representadas de la siguiente manera:

VI. Trabajo colaborativo. Está centrado básicamente en el diálogo, la negociación, en la palabra, en el aprender por explicación; es el uso instruccional de pequeños grupos de tal forma que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás (Johnson 1993).

VD. Desempeño escolar. Nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparada con la norma de edad y nivel académico. Jiménez (2000).

Debido a que solo se tiene el permiso de trabajar en un solo salón la población a trabajar se compone o conforma el grupo de 2° “A” se considera un grupo numeroso al contar con 31 alumnos inscritos de los cuales son 16 niñas y 15 niños, quienes están entre los 7 y los 8 años de edad. Son alrededor de ocho niños que asisten con los maestros de USAER, los cuales tienen el apoyo de sus compañeros de grupo en cuestiones académicas y de convivencia; es un grupo unido. En cuestiones socioeconómicas los alumnos están por debajo de la clase media donde los padres en promedio terminaron la preparatoria, obteniendo empleos en su mayoría en fábricas o comercios.

#### Procedimiento:

Para la ejecución de la investigación, primeramente se dialogó con el director de la escuela primaria para solicitar su permiso y así poder implementar los instrumentos, por consiguiente se platicó con la maestra titular para desarrollar de manera plena el procedimiento de los mismos, con los tiempos y espacios necesarios para que los alumnos tuvieran un ambiente tranquilo.

- ✓ Examen de español pre test
- ✓ Aplicación de estrategias para el trabajo colaborativo
- ✓ Examen de español post test
- ✓ Evaluación del trabajo colaborativo

### Resumen de Resultados

Para la aplicación de la primer prueba se tomó un día en horario de clases, en el aula del grupo, donde tenían lo necesario para resolverlo, al ser un grupo de segundo grado en todo momento tuvieron la guía del docente en formación, siendo un examen de español, se iba dando lectura a cada reactivo y se daba un momento razonable para que todos los alumnos respondieran, en el caso de los ítems que evalúan la comprensión lectora también se les leyeron los pequeños textos orientándolos en cualquier duda que se les presentaba, otorgándoles el mismo tiempo a todos para resolver las preguntas relacionadas con el texto.

Para los reactivos de lecto-escritura se les explicaron las instrucciones y cualquier duda que tuvieron se hizo de manera grupal, por ser un grupo pequeño se fueron haciendo pausas y dando los tiempos necesarios por lo que la aplicación se llevó a cabo en dos momentos, de la hora de entrada hasta el recreo, y al entrar de este se continuó hasta la hora de salida con un tiempo.

Para poder llevar a cabo la implementación del segundo examen, se llevaron a cabo estrategias de trabajo colaborativo, enseguida se mencionan algunas:

Actividades en equipos entre las cuales resaltaron las siguientes: en el tema de “las coplas” los alumnos formados en equipos de cuatro integrantes elaboraron dos sobre animales, desde el diseño de los versos, el dibujo representativo y posteriormente las presentaron a sus compañeros, otra de ellas fue elaborar un pregón (anuncio en voz alta para cambiar, vender o comprar algo) en trinas, después de comentar algunos que habían escuchado de los vendedores por las calles, inventaron uno sobre juguetes y artículos que ya no utilizaban; así como estas, se hicieron otras actividades trabajando de manera conjunta.

También se realizaron dinámicas grupales, tales como lecturas robadas donde todos iban atentos leyendo, comprendiendo y haciendo preguntas si tenían alguna duda (en la mayoría de ellas, se respondían entre ellos mismos), otro fue el caso donde organizados todos en un círculo grande iban diciendo una palabra del trabalenguas “dos mapaches” para lograr uno de los propósitos (memoricen el trabalenguas para decirlo sin equivocarse) que marcaba la actividad, que se lo aprendieran, después de repetirlo algunas veces, en la misma dinámica se mencionaron características de los trabalenguas, y concluyó con algunos alumnos que quisieron participar diciendo en voz alta el trabalenguas que se aprendió.

Otra modalidad de dentro del aprendizaje colaborativo fue en binas, esta se estuvo trabajando en actividades más sencillas para los alumnos por ejemplo, en la clase “un oficio muy antiguo”, en binas hicieron un listado de los oficios que conocían y después los presentaron a sus compañeros de esta manera, a través de la socialización comentaron lo que ellos sabían de cómo eran antes y cómo han tenido cambios con el paso del tiempo. Otra de las actividades fue en la clase “las palabras de la canción” donde trabajaron con el compañero de al lado o atrás para identificar y escribir

en su cuaderno los adjetivos y verbos que identificaron en la canción “el ropavejero” luego elaboraron oraciones con las mismas.

Por último se aplicó el instrumento “evaluación del trabajo colaborativo”, se tomó un tiempo aproximadamente de 5 a 10 minutos para explicarles en qué consistía, y así conocieran la dinámica con la que responderían la evaluación, de esta forma se prosiguió a ir leyendo cada uno de los ítems con el tiempo pertinente para que todos los alumnos fueran contestando al mismo tiempo; se llevó alrededor de 30 minutos y dar por finalizada la evaluación. En todo momento se buscó un buen ambiente de trabajo para los alumnos con la finalidad de que contestaran el instrumento sin distractores, tanto dentro como fuera del aula de clases.

Los datos obtenidos como resultado del pre test y post test se concentraron en una base de datos de Excel para facilitar su manipulación. El número de ítems de las pruebas variaron de 38 en el pre test a 28 en el post test, obteniendo el resultado al promediar el número de reactivos correctos con la calificación del 1 al 10 como máximo. Se aseguró la participación del total de alumnos en ambas pruebas.

Tabla 1. Resultados examen de español pre-test y examen de español post-test

Alumnos	Calificaciones	
	Pre test	Post test
Alumno 1	9.8	10.0
Alumno 2	9.0	9.0
Alumno 3	5.0	6.0
Alumno 4	8.0	8.0
Alumno 5	8.0	8.0
Alumno 6	5.0	6.0
Alumno 7	10.0	9.5
Alumno 8	5.0	7.0
Alumno 10	6.0	6.5
Alumno 11	9.0	9.5
Alumno 12	5.0	6.5

Fuente: Elaboración Propia

El análisis estadístico de la t de Student se calculó mediante el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 18 para Windows, se aplicó con un riesgo del 5% (o un nivel de confianza del 95%), por lo tanto este es el valor crítico nos da para rechazar la hipótesis de trabajo y aceptar la hipótesis nula.

A continuación se muestra los primeros resultados que arrojó la t de Student para datos dependientes.

Tabla 2. Nivel de significancia

		Sig.
Par 1	Postest & Pretest	.000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se puede observar que el nivel de significancia entre ambos test fue por menor a .000, cabe mencionar que entre más pequeño sea éste existen menos posibilidades de cometer un error, de esta manera afirmamos mediante

esta prueba que es aceptada la hipótesis de trabajo, siendo una prueba tangible que el trabajo colaborativo influye de manera significativa en el rendimiento escolar de los alumnos.

Tabla 3. Resultados de la media, desviación estándar y el error de la media en ambos test.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Post-test	8.3548	31	1.38560	.24886
	Pretest	7.7097	31	1.82453	.32769

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra las medias obtenidas en ambas pruebas, el pre test con 7.7097 y el post test con 8.3548, con una diferencia de 0.6451 teniendo claramente una mejora en el rendimiento de los alumnos. Cabe mencionar que las estrategias de trabajo colaborativo implementadas con el grupo, tuvieron muy buenos resultados puesto que dieron la confianza a los niños de interactuar de manera fluida con todos sus compañeros en el desarrollo de las actividades.

Se vio un mayor impacto en ellos en el aspecto de favorecer un liderazgo compartido al ser un grupo con muchos líderes, se dio la oportunidad a todos los demás alumnos de tomar decisiones y apoyar los puntos de vista de sus compañeros, de esta forma se fortalecieron otros aspectos como la inclusión y el sentido de responsabilidad y corresponsabilidad, creando en ellos la posibilidad de ampliar su conocimiento con la interacción y el trabajo conjunto con sus pares.

De esta manera se puede concluir que el trabajo colaborativo influyó de manera significativa en los estudiantes, aumentando el rendimiento escolar de manera considerable tomando en cuenta las características de algunos alumnos y las necesidades educativas que poseen después de aplicadas las estrategias.

Para reafirmar lo anterior dicho se realizó un análisis por medio de una prueba KS (Kolmogorov-Smirnov) mediante el paquete estadístico SPSS versión 18 para Windows, a continuación se muestran los resultados:

Tabla 4. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

		Pretest	Post test
N		31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	7.7097	8.3548
	Desviación estándar	1.82453	1.38560
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.148	.173
	Positivo	.148	.149
	Negativo	-.147	-.173
Estadístico de prueba		.148	.173
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		<b>.081<sup>c</sup></b>	<b>.019<sup>c</sup></b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 4 hace énfasis en el concepto “significación asintótica bilateral” ya que esta nos indicara la relación entre ambas, si el valor es menor o aledaño a 0.05 podemos aceptar una hipótesis de dependencia. Como es observable el nivel del pre-test es de 0.081 y el del post-test de 0.019 tomando en cuenta que los niveles críticos son muy pequeño

(aledaños a 0,05), podemos aceptar una hipótesis de dependencia, rechazar la hipótesis de independencia y concluir que la secuencia de observaciones estudiada no es aleatoria.

### Conclusiones

Los alumnos de segundo grado de la Escuela Primaria “Manuel Ferra Martínez” a los cuales se les aplicaron las estrategias de aprendizaje colaborativo para mejorar su desempeño, mostraron un gran interés y confianza para trabajar de manera conjunta con sus compañeros, siendo esta novedosa para ellos, mostraron en las clases una participación activa, con disposición para ayudar a los que necesitaban algo o presentaban alguna duda, tuvieron seguridad al desempeñar roles dentro de un equipo, compartiendo el liderazgo para lograr su meta en común.

De esta manera se puede afirmar que los objetivos planteados se cumplieron de manera satisfactoria al ver que los resultados del segundo examen “examen de español post test” mejoró con respecto al primero “examen de español pre test” gracias a la implementación del trabajo colaborativo en el aula. Eso reveló que influye de manera positiva en el desempeño escolar de los alumnos, puesto que el haber socializado las ideas de sus compañeros, es decir, las distintas formas de pensar, además de que tomaran en cuenta a todos por igual potenciando sus habilidades, favoreciendo el sentido de responsabilidad y corresponsabilidad, sobre todo que pudieron llegar a un acuerdo a través del diálogo deja claro que favoreció su desempeño escolar.

En conclusión cabe decir que se acepta la hipótesis de trabajo “la implementación del trabajo colaborativo en el aula influye de manera significativa en el desempeño escolar de los alumnos de segundo grado de primaria” rechazando la hipótesis nula la cual menciona que no hay influencia de esta estrategia en el rendimiento escolar de los alumnos.

### Recomendaciones

*Para el docente:*

- ✓ Estar dispuesto a dejar la enseñanza tradicional de lado.
- ✓ La práctica diaria debe estar centrada en el aprendizaje del alumno, por lo que debe implementar estrategias colaborativas en las actividades que así lo requieran de esta manera lograr una educación de calidad, que brinde a los alumnos la confianza en sí.
- ✓ Crear ambientes de aprendizaje aptos para el desarrollo de esta modalidad de trabajo.
- ✓ Tomar en cuenta que los alumnos son diferentes, tienen distintos estilos de aprendizaje, y el trabajar en colaboración con sus compañeros, les es de gran ayuda para desarrollar sus habilidades.
- ✓ Tener presente siempre lo que el alumno ya sabe, de esta manera le es fácil ser un monitor dentro de su equipo, es capaz de ayudar a los que presentan alguna dificultad.

*Padres de familia:*

- ✓ Dedicarle el tiempo necesario a sus hijos, conversar con ellos sobre los trabajos vistos en clase, las tareas que se le dejan para así socializarlo y que le ayude en la construcción del conocimiento.
- ✓ Favorecer las tareas en equipo donde los alumnos se reúnan para desarrollar la actividad requerida.
- ✓ Mantener una comunicación constante con el docente sobre el desempeño de su hijo.

*Futuras investigaciones:*

- ✓ Implementar las estrategias en un lapso más prolongado, de esta manera los resultados podrían ser más significativos.
- ✓ Realizar instrumentos más precisos en cuanto a los temas que aborde y el número de reactivos.

### Referencias Bibliográficas

- ✓ Beyli, J. B. (2012). M. Eugenia Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. Obtenido de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar: <http://www.fao.org/3/a-i2094s.pdf>
- ✓ García, J. S. (2011). Efecto del número de parto de la cerda, la caseta de parición, el tamaño de la camada y el peso al nacer en las principales causas de mortalidad en lechones. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 403-414.
- ✓ Bibliografía: Gonzáles, B. (2018). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL - CONSTRUCCIÓN PRI. [online] Webcache.googleusercontent.com. Available at: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8hkACc3lQnkJ:www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/16037/1/Tesis.pdf.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx> [Accessed 2 Jun. 2018].
- ✓ Hernández., M. A. (2015). Obtenido de <https://docslide.net/documents/metodologia-de-mejora-continua-causa-raiz-diagrama-de-causa-efecto-5.html>
- ✓
- ✓ Hernandez, V. (31 de 10 de 2017). Certificada en BPP 30% de la producción nacional de cerdo. Obtenido de Certificada en BPP 30% de la producción nacional de cerdo: <http://www.agromarketing.mx/2017/10/31/certificada-en-bpp-30-de-la-produccion-nacional-de-cerdo/>
- ✓ Jiménez, A. (2011). DEFICIENCIAS EN EL USO DEL FODA CAUSAS Y SUGERENCIAS. Ciencias Estratégicas, 1794-8347.
- ✓ Jimenez, D. (01 de diciembre de 2013). Obtenido de <https://www.pymesycalidad20.com/el-reporte-a3-de-toyota.html>
- ✓ Ortiz, J. J. (10 de 02 de 2017). actualidad porcina. Obtenido de actualidad porcina: <http://www.actualidadporcina.com/articulos/buscando-soluciones-para-disminuir-las-principales-causas-de-mortalidad-en-lechones.html>



# Bioacumulación de metales pesados en tejidos de *Ictalurus punctatus* en el cauce del Rio Balsas en la Región Tierra Caliente de Guerrero y sus efectos en la salud humana

M.C. Ludybed Escobar Sarabia<sup>1</sup>, Lic. Diana Pérez de Jesús<sup>2</sup>, M.C. Francisco Zavala Hernández<sup>3</sup> y Ing. Reyna Vergara Hernández<sup>4</sup>

**Resumen** La presencia de metales pesados en pescados que forman parte de la alimentación del ser humano, siendo un problema de salud pública, las principales especies para consumo humano directo son la tilapia, bagre, carpa, robalo y pez sierra presentando mayor venta y consumo a nivel nacional. En noviembre de 2018, se colectaron 85 especímenes, utilizando el diseño experimental de bloques al azar en 35 puntos de muestreo del cauce del río Balsas, enseguida congelaron in situ para su análisis mediante espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados indican la presencia de Pb en peces, en el músculo se registró una concentración por encima de los límites permisibles. La presencia de Cr, Cd y Mn en las branquias se registró en concentraciones altas. Es importante monitorear estos elementos para garantizar la calidad del pescado que proviene de este río para su consumo humano, de lo contrario habría daños irreversibles en la salud. **Palabras clave:** Metales pesados, *Ictalurus punctatus*, Rio Balsas, Tierra Caliente.

## INTRODUCCIÓN

Se ha documentado que estos cuerpos de agua albergan una gran diversidad de organismos; sin embargo, los usos a los que se han sometido generan una gran cantidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos, los cuales se pueden incorporar por arrastre de los contaminantes con el influjo de los ríos, que alimentan al río Balsas. Por lo general son afluentes muy contaminados durante todo su cauce, ya que en estos se incorporan correntías derivadas de la producción agrícola, industrial y doméstica. (Violente, 2007). Estos cuerpos de agua son de importancia ecológica y natural por la gran cantidad de organismos que en ellos existen. Los contaminantes llegan de diferente forma: procesos naturales actividades humanas, escurrimiento, ríos, deposición directa, etc. (Luna et al., 2002). Entre estos contaminantes se encuentran los metales pesados, el Pb y Cd son los metales de mayor riesgo para la salud humana (Escarpa y Gratín, 1992). Existe poca información sobre la concentración de metales en lagunas costeras y ríos en México, Vázquez-Sauceda et al. (2006) realizaron un estudio de la laguna de San Andrés en Tampico Tamaulipas de gran aporte de ostones, donde detectaron el contenido de metales pesados (Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb y Zn) en el ostión, agua y sedimento. El único estudio publicado para la laguna de Tres Palos Guerrero el que realizaron Dela Lanza et al. (2008), quienes realizaron un análisis químico-biológico para determinar el estado trófico de la laguna. Con el fin de cuantificar el deterioro de la calidad del agua, así como el estado trófico en el que se encontraba en 2003, con conclusiones que es una laguna en proceso de eutrofización, por el cambio brusco de plantas y algas. Conocer la calidad de Laguna Tres Palos en Guerrero es primordial para la conservación de la biodiversidad y para la salud de los consumidores de los productos que se obtienen de este cuerpo de agua. Por lo anterior no existe estudio alguno sobre el cauce del río Balsas en la región de Tierra Caliente de Guerrero, el objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido de metales pesados presentes tejido de *Ictalurus punctatus*, un pez con importancia comercial en la región Tierra Caliente de Guerrero, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** El río Balsas se localiza al centro del sur de México que fluye en dirección oeste por los estados de Guerrero y Michoacán hasta desaguar en el océano Pacífico. Con un escurrimiento superficial de 24 944 hm<sup>3</sup> y con una longitud de 1000 km, es uno de los ríos más largos del país.

<sup>1</sup> M.C. Ludybed Escobar Sarabia, profesora investigadora del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano en el área de Genética de la conservación y manejo de los recursos acuáticos. [escobar8382@yahoo.com.mx](mailto:escobar8382@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Lic. Diana Pérez de Jesús, investigadora en el área de manejo de recursos acuáticos. [diana\\_jesus@hotmail.com](mailto:diana_jesus@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.C. Francisco Zavala Hernández profesor, investigador del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, en el área de fruticultura tropical y manejo de control biológicos. [zavalahf@yahoo.com.mx](mailto:zavalahf@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Ing. Reyna Vergara Hernández profesora, Investigadora del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, en el área de botánica terrestre y acuática. [reynavergara@hotmail.com](mailto:reynavergara@hotmail.com)

Autor de correspondencia: [diana\\_jesus@hotmail.com](mailto:diana_jesus@hotmail.com)

El río discurre por los estados de Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Guerrero y Michoacán, y en su curso alto (en que lleva el nombre de río Atoyac) también discurre por Tlaxcala y Puebla. Drena además parte de los estados de Veracruz, Morelos, Oaxaca, México y Jalisco, la que es conocida como depresión del Balsas.

**Colecta de especímenes:** Con el apoyo de pescadores locales se colectaron 85 ejemplares de *Ictalurus punctatus* al azar en la zona calentana.

**Análisis de muestra:** Se trasladaron al laboratorio cada una de las muestras de peces, posteriormente se realizó una disección (se separaron en partes de piel, músculo y branquias) y puestas en estufa para su secado total. Las muestras fueron digeridas con ácido nítrico a presión y temperatura elevadas (180°C) de acuerdo al método EPA method-3015A (EPA, 2007) y se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica para obtener las concentraciones de Cd, Cr, Mn y Pb.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican la presencia de Pb, Cd en peces; de los metales registrados, el Pb rebasó el límite establecido límites permitidos para productos alimenticios, al registrarse en músculo en 9.61 mg/kg, y en piel 3.51 mg/kg, de acuerdo a la NOM-027-ssa1-1993, que indica el límite de Pb de 1 mg/kg (Figura 1); para el caso Cd las concentraciones no rebasan los límites establecidos en la normatividad mexicana. Sin embargo en tejidos, particularmente en piel se registró en una concentración de 2.22 mg/kg, y en branquias 2.65 mg/kg, la NOM establece que el límite permisible es de 0.5 mg/kg (Figura 1). El Cr registró en altas concentraciones en branquias 33.5 mg/kg, músculo 12.35 mg/kg y piel 4.89 mg/kg. Para este metal no hay una normatividad que establezca los límites permisible (Figura 2), por último el para Mn no hay límites permisibles para uso pecuario (Cuadro 1), pero en lo que respecta a branquias 23.57mg/ kg, músculo 12.35 mg/kg y piel 8.86 mg/kg las concentraciones son relativamente altas, pero no hay una normatividad que mencione límites permisibles en la NOM (Figura 2), (NOM-027-ssa1-1993; SEDUE, 1989) (cuadro 1).

Cuadro 1. Límites permisibles en agua para uso pecuario (SEDUE, 1989).

Metal	Plomo	Manganeso	Cromo	Cadmio
Concentración máxima	0.1 mg/L	SLES	0.02 mg/L	0.02 mg/L

SLES. Sin Límite Establecido en SEDUE, 1989.

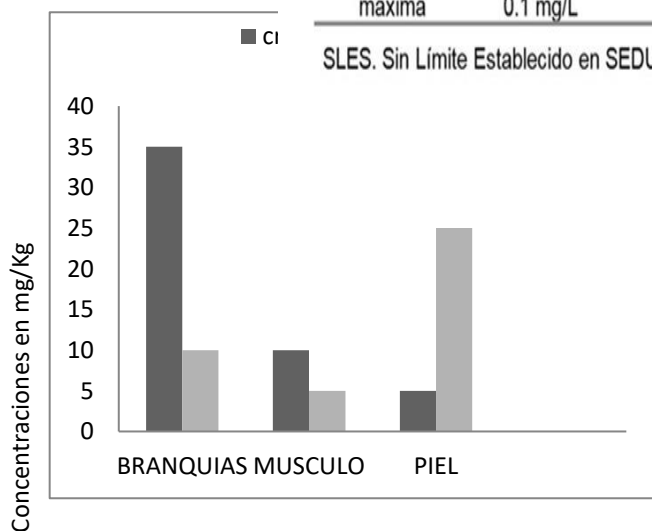


Figura 1. Concentraciones de Pb y Cd *Ictalurus punctatus* en el cauce del río Balsas en la Región Tierra Caliente de Guerrero, México.

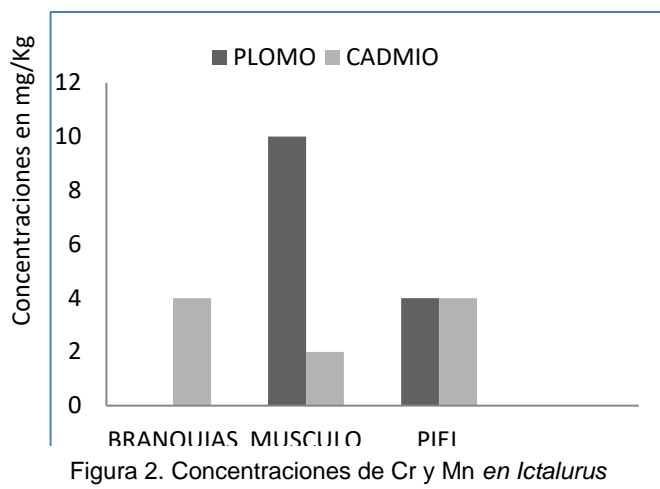


Figura 2. Concentraciones de Cr y Mn en *Ictalurus punctatus* en el cauce del río Balsas en la Región Tierra Caliente de Guerrero, México

## DISCUSIONES

Leal *et al.* (2009) reportaron que no detectaron concentraciones de metales en agua de Laguna el Limón, Chiapas, sin embargo las concentraciones detectadas en musculo, branquias y piel en *Ictalurus punctatus* en la zona de estudio superaron los límites permisibles para evitar efectos en la salud humana en la normatividad establecida en Canadá y los Estados Unidos de América. Por esto la importancia de establecer una nueva normatividad y que se consideren otros metales debido que solo hay una legislación para muy pocos metales (Bryan y Langston, 1992). Es posible que el fenómeno mencionado esté ocurriendo en cauce del río Balsas de Guerrero, en donde las concentraciones registradas para agua son altas, pero se desconoce las concentraciones de estos metales en sedimentos. Por ello se sugiere analizar los sedimentos de este cuerpo de agua, ya que los metales presentes en agua se incorporan con los sedimentos, especialmente se asocian con la materia orgánica que conforma a los mismos. Es conocido que el bentos, plantas y animales de los sistemas acuáticos tienen la capacidad de bioacumular ciertos contaminantes. Por lo anterior no se descarta que se presente el proceso de bioacumulación en *Ictalurus punctatus* y otras especies de peces presentes en la río Balsas. De esta manera estos contaminantes se pueden biomagnificar; el Pb y Cd no se magnifican a lo largo de la cadena alimenticia (Tacon, 1989; Scarpa y Gatlin, 1992 y Peña *et al.*, 2001).

## CONCLUSIONES

Las concentraciones en diversos órganos del *Ictalurus punctatus* (Bagre) son altas. Con un monitoreo continuo se podrá descartar si existe algún riesgo a los consumidores de los productos en el cauce del río Balsas en la Región Tierra Caliente de Guerrero o no están expuestos a algún tipo de riesgo por contaminación de la misma. Así como también se sugiere realizar un estudio en el cuerpo de agua donde es necesario que se efectúe un seguimiento cercano y amplio que pueda abarcar otras matrices ambientales, tales como sedimento y organismos tanto vegetales, lo más cercano a la Cadena trófica.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano por dar la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2002.

Bryan, G. W. y W.J. Langston. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom Estuaries: a review. *Environmental Pollution*. 76:89- 131.

Castañeda, C. y J. Rábago. 2006. Contenido de metales pesados en agua, sedimentos y ostiones de la Laguna de San Andrés, en Tamaulipas, México. Convocatoria de Tesis de Calidad del Premio Universitario.

EPA, U. S. Environmental Protection Agency 2007. SW-846 EPA Method 3015A: Microwave assisted acid digestion of aqueous sample and extracts. en *Test Methods for Evaluating Solid Waste: Physical/Chemical Methods*. Washington, C. C. (primer edición 1995).

Giesy, J. P. y R. L. Graney. 1989. Recent developments in and inter comparisons of acute and chronic bioassays and bioindicators. *Hydrobiologia* 188-189:21-60. Golovanova, I. 2008. Effects of heavy metal on the physiological and biochemical status of fishes and aquatic invertebrates. *Inland Water Biology* 1:93-101.

Gordillo. 2009. Metals pollution in El Limón Lagoon, Chiapas, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10:415-421.

De la Lanza-Espino, G., D. J. Alcocer, R. J.L. Moreno, P.S. Hernández 2008. Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Hidrobiológica* 18:21-30.

Leal-Ascencio, M.T., S.I. Miranda, E.M  
E. Otazo-Sánchez, F. Prieto-García, y A.J.

NOM, Norma Oficial Mexicana 1994. NOM-027-SSA1-1993. Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos- refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud. Diario Oficial, 14 de marzo de 1994.

Peña, E., D. E. Carter, F. Ayala-Fierro. 2001. Toxicología Ambiental Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Southwest Hazardous Waste Program. The University of Arizona 197 pp.

SEDUE. 1989. Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua CE-CCA-001-1989. Secretaría Desarrollo Urbano y Ecología. Diario Oficial de la Federación. 02 de diciembre de 1989.

Vázquez-Sauceda M. L., G. Aguirre- Guzmán, J. G. Sánchez-Martínez, R. Pérez- Castañeda, C. J. Rábago. 2006. Contenido de metales pesados en agua, sedimentos y ostiones de la Laguna de San Andrés, en Tamaulipas, México. Convocatoria de Tesis de Calidad del Premio Universitario.

Violante-González, J., M. L. Aguirre- Macedo y E. F. Mendoza-Franco. 2007. A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 102:151-161.

Scarpa, J., D.M.III. Gatlin. 1992. Effect of dietary zinc and calcium on select immune functions of channel catfish. *Journal of Aquatic Animal Health*. 4:24-31.

Tacon, A. G. J. 1989. Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados Manual de Capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 111 pp.

# Toxicológica, microbiológica y fisicoquímica de la degradación ambiental del cauce del Río Balsas, Región Tierra Caliente de Guerrero

M.C. Ludybed Escobar Sarabia<sup>1</sup>, Lic. Diana Pérez de Jesús<sup>2</sup>, M.C. Francisco Zavala Hernández<sup>3</sup> y Ing. Reyna Vergara Hernández<sup>4</sup>

**Resumen** Se determinaron parámetros de campo (color, olor, temperatura, pH, OD), fisicoquímicos (SST, SDT, SSe, DBO5, DQO y Ntotal, Norg, Ptotal, Porg, ortofosfatos), metales pesados (As, Cd, Cu, Cr, Cr+6, Hg, Ni, Pb, Zn, Al, Fe, Mn), microbiológicos (coliformes fecales) con límites permisibles (LMP) en la NOM-001-ECOL-1996 y CE-CCA-001/89, análisis de toxicidad (*Vibrio fischeri*, *Daphnia magna*) y mutagenicidad (prueba Ames con microsomas/*Salmonella typhimurium*), en nueve estaciones. Los valores OD, DBO5 y DQO fueron 2-6, 11-270 y 22-1841mg·l-1, respectivamente. Los metales detectados fueron por debajo de los LMP en las estaciones, excepto la 5 (0,002mg·l-1 de Hg) y 8 (0,13mg·l-1 de Cr+6). Los coliformes fecales rebasaron LMP en las estaciones. *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna* se encuentran 2-28 y 1-4UT, la prueba Ames entre 5 y 63RM, indicando toxicidad y mutagenicidad la estación 3 - 9. Registrando contaminación alta según la legislación vigente, representando un riesgo para la salud pública.

**Palabras clave:** Río Balsas, Indicadores de calidad de agua, parámetros toxicológicos.

## INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental del río Balsas es el resultado del deterioro producido por la expansión demográfica sostenida y el desarrollo económico de los estados de Puebla y Tlaxcala, que se asientan en 2429km<sup>2</sup> de extensión superficial de la subcuenca del Atoyac (Figura 1). Las actividades socioeconómicas de la zona son: alimenticia, textil, química, petroquímica, automotriz, papelera, bebidas, hierro y acero, farmacéutica, tenería, metalmecánica, siderúrgica y producción agrícola (INEGI, 2004). Estas actividades producen aproximadamente 55 descargas de aguas residuales directas e indirectas, 45 industriales y 10 municipales (CONAGUA, 2007). En los últimos 14 años, diferentes estudios han caracterizado la calidad del agua del río Atoyac y de las zonas de impacto a su alrededor, determinando las condiciones y el riesgo que presentan las descargas depositadas en él. En 1995, Méndez et al., reportó que la incorporación del agua residual procedente de Tlaxcala, San Martín Texmelucan, Moyotzingo y la Ciudad de Puebla al río provocó el incremento del contenido de sales solubles, metales pesados, detergentes y grasas en la zona. Posteriormente, Méndez et al., (2000) muestrearon suelos sometidos a riego por más de 30 años con aguas del río, revelando que el agua presentaba concentraciones de metales en el orden Fe>Pb>Mn>Cr>Cd, detectándolos en el suelo analizado. Silva et al., (2002) analizaron la calidad del agua de la región atlixquense, que incluye el río Nexapa, afluente del Atoyac, mostrando que se excedieron LMP para parámetros como DBO5, DQO, dureza, temperatura, nitrógeno amoniacal, pH, SS, turbiedad, Pb, Cr, Cd y Zn. Saldaña et al., (2002), empleando pruebas de toxicidad en la evaluación de la calidad del agua del río Alseseca, que al igual que el Atoyac desemboca en la presa Manuel Ávila Camacho, encontraron un coeficiente de correlación alto entre parámetros fisicoquímicos y toxicológicos. Saldaña et al. (2002b) reportaron 522 descargas municipales e industriales en Estado de Puebla, que en su mayoría cumplió con los parámetros de la NOM-001-ECOL-1996 y resaltaron la importancia de incluir en la norma las pruebas de toxicidad con *Photobacterium phosphoreum* para evaluar sustancias tóxicas no detectadas por los análisis convencionales. En el estudio de viabilidad de uso acuícola de *Ciprinus carpio* en la Presa Manuel Ávila Camacho, Flores et al., (2004) demostraron que la concentración de metales pesados en el agua de la presa Valsequillo no rebasó el LMP para su uso en riego de cultivos, además de la ausencia de elementos tóxicos en el músculo de peces. Sin embargo, el grado de contaminación en el embalse de la presa lo hace no apto para consumo humano. Mangas et al., (2005) resaltaron la gravedad en que se encuentra la presa Valsequillo y discuten diversos intentos para rehabilitarla, cuyos logros han quedado al margen de las metas propuestas. Saldaña y Gómez (2006) incluyeron en su estudio un parámetro de toxicidad (*Vibrio fischeri*), señalando que 17 de las 23 descargas analizadas no cumplen con la norma y 16 de ellas presentan toxicidad de 2-1165 unidades de toxicidad (UT); sin

<sup>1</sup> M.C. Ludybed Escobar Sarabia, profesora investigadora del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano en el área de Genética de la conservación y manejo de los recursos acuáticos. escobar8382@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> Lic. Diana Pérez de Jesús, investigadora en el área de manejo de recursos acuáticos. diana\_jesus@hotmail.com

<sup>3</sup> M.C. Francisco Zavala Hernández profesor, investigador del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, en el área de fruticultura tropical y manejo de control biológicos. zavalahf@yahoo.com.mx

<sup>4</sup> Ing. Reyna Vergara Hernández profesora, Investigadora del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, en el área de botánica acuática y terrestre. reynavergara@hotmail.com

Autor de correspondencia: diana\_jesus@hotmail.com

embargo, los parámetros de toxicidad no están incluidos en la norma mexicana. CONAGUA (2007) reportó que las aguas residuales de los ríos Atoyac y Zahuapan rebasaron en 2005 los LMP de DBO5, DQO, metales y toxicológicos, proponiendo un acuerdo para el saneamiento de la presa Valsequillo con metas en tres etapas. Sin embargo, el nivel de contaminación en la presa sigue siendo alto, lo que demuestra la necesidad de disminuir el impacto de las descargas.

En América Latina existen estudios sobre construcción de índices de calidad en humedales tropicales en la costa sur de México (Escobedo Urías *et al.*, 2011) y en la cuenca del Río Suquia (Córdoba, Argentina) donde Pesce y Wunderlin (2000) desarrollaron un índice mínimo de exitosa aplicación. El análisis cuali-cuantitativo del agua en América Latina y el Caribe tiene una particular importancia, dado que a pesar de contar con el 30% de los recursos hídricos del mundo la distribución de la población con respecto a estos recursos es irregular e inequitativa, ya que la mayor parte de las personas viven en áreas donde el agua, si existe, escasea y/o está contaminada. Por este motivo dentro de los objetivos del milenio se encuentran el suministro de agua, el saneamiento y la gestión de los recursos hídricos (PNUMA, 2003). Por lo anterior se realizó un estudio diagnóstico físico - químico y microbiológico del agua superficial en la cuenca del río Balsas de la Región Tierra Caliente de Guerrero, donde se realizó un diagnóstico ambiental espacio temporal de la cuenca alta, enseguida se caracterizó las características físico - química y microbiológicamente las aguas superficiales de la cuenca y se definieron los índices de calidad en sus distintos usos, así como la predicción de la dinámica de espacio temporal de los nutrientes utilizando SIG.

## FUNDAMENTACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca hidrográfica, es un sistema en el que se vinculan los procesos hidrológicos, geomorfológicos, industriales, edáficos y culturales, generándose procesos hidrometeorológicos como erosión, remociones en masa, inundaciones y crecidas torrenciales. Además, esta unidad territorial permite describir el impacto de la contaminación sólida y líquida, la degradación de los suelos producto del uso excesivo de los fertilizantes y agroquímicos y/o sobreexplotación de los recursos. Por este motivo el mal uso de los recursos naturales en las cuencas altas y medias repercutirá y será una amenaza para la población situada aguas abajo (agua potable, sistemas agro productivos, energéticos y de transporte), entre otros problemas producidos por el hombre los cuales deben ser resueltos tomando a la cuenca hidrográfica como una unidad territorial (Tapia, 2012). Esto motivó la realización del presente estudio para determinar el deterioro actual del cauce del río Balsas, región Tierra Caliente de Guerrero y establecer la relación entre los parámetros establecidos en la legislación vigente y las pruebas de toxicidad y mutagenicidad.

### Área de Estudio

El Balsas avanza en dirección oeste por la parte norte del estado de Guerrero, un tramo en el que es llamado a veces río Mexcala. Recibe muchos afluentes no muy largos, de pequeños valles, como el río Amacuzac, que llega por la mano derecha desde Morelos. El valle del río es cruzado por el Puente Mezcala Solidaridad de la Autopista del Sol (95D) que comunica a la ciudad de Cuernavaca (en el estado de Morelos) con Acapulco, en la costa del estado de Guerrero.

Después el río llega a la cola del embalse de la presa de El Caracol, donde recibe por la derecha, al río San Juan. Sigue hacia el este su discurrir incorporando nuevos afluentes, como los ríos Yextla y El Aguacate y atravesando varias localidades, como San Miguel Totolapan, Ajuchitlán del Progreso y Tlapehuala. Bordea por el sur la Ciudad Altamirano, casi en la frontera entre Guerrero y Michoacán, que con 25.317 hab. En 2010 es la ciudad más importante en el curso medio del río y tras atravesar Coyuca de Catalán recibe por la derecha al río Cutzamala, justo en la frontera interestatal. A partir de aquí y hasta su desembocadura, el Balsas forma la frontera entre los estados de Guerrero (al sur) y Michoacán (al norte). En este largo tramo incorpora las aguas de los afluentes Placeres del Oro y Chiquito y pasa por la pequeña localidad de Zirándaro de los Chávez. Llega después el río a la larga cola del embalse de la presa del Infiernillo, y, en ese tramo embalsado, recibe al río Grande y al río Cupatitzio. Tras más de 70 km de tramo embalsado llega a la presa, en Infiernillo, y tras virar finalmente hacia el sur, sale de los valles montañosos interiores y emprende su último tramo, ya en la vertiente costera. Las estaciones son 1) Cuahulotitlan, 2) Altamirano, 3) Morelita, 4) Coyuca 5) San Miguel Totolapan, 6) Ajuchitlan, 7) Zirandaro, 8) El Progreso y 9) Cutzamala (tabla 1)



Tabla 1: Estación de monitoreo

Estación	Sitio de muestreo
1	Cuahulotitlan
2	Altamirano
3	Morelita
4	Coyuca de Catalán
5	San Miguel Totolapan
6	Ajuchitlan
7	Zirandaro
8	El progreso
9	Cutzamala

## METODOLOGIA

En el año 2018, en época de estiaje, se tomaron muestras simples en un día normal de operación industrial para determinar cuantitativa y cualitativamente la contaminación producida. Las muestras se tomaron utilizando a) envases limpios y secos de plástico de 2 litros para análisis fisicoquímicos, b) envases de vidrio color ámbar de 500ml para metales pesados, c) envases de vidrio color ámbar de 1 litro para análisis de toxicidad (llenándose a contracorriente en el río), d) bolsas estériles de 100ml para el análisis microbiológico (se abrió la bolsa dentro del agua y se selló in situ). Los parámetros de campo se obtuvieron empleando un equipo multiparámetros YSI 556MPS. El caudal del río se midió con un molinete, en forma simultánea con la toma de muestras. El manejo y la preservación de las muestras se realizaron con base en la NMX-AA-003-1980.

### Parámetros determinados

Los parámetros estudiados se agruparon en cinco categorías: 1) De campo, tales como caudal, materia flotante, color, olor, temperatura, CE, pH y OD; 2) Fisicoquímicos: 2A. sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), sólidos sedimentables (SSe), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), grasas y aceites (GyA); 2B. nutrientes: nitrógeno total (NTotal), nitrógeno amoniacal (Namoniacal), nitrógeno orgánico (Norg), nitrógeno como nitritos y nitratos (Nnitritos +Nnitratos), nitrógeno nitritos (Nnitritos), fósforo total (Ptotal), fósforo orgánico (Porg) y ortofosfatos (Porto); 3) Metales pesados (As, Cd, Cu, Cr, Cr+6, Hg, Ni, Pb, Zn, Al, Fe y Mn); 4) Microbiológicos (coliformes fecales) y 5) Toxicidad (*Vibrio fischeri*, *Daphnia magna*) y Mutagenicidad (prueba de Ames) con dos cepas (TA98 y TA100), sin y con activación metabólica (-S9 y +S9). En las cuatro primeras categorías, para determinar la calidad del agua del río se tomó como referencia los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la NOM-001-ECOL-1996; así como los criterios ecológicos de calidad del agua (CE CCA-001/89) y La Ley Federal de Derechos de Agua (LFA, 2007). Los análisis de toxicidad y mutagenicidad se realizaron de acuerdo a las normas mexicanas (NMX-AA-112-1995SCFI) y (NMX-AA087-1995-SCFI) y a la (OECD-471, 1995).

## RESULTADOS

### Parámetros de campo

Los valores obtenidos se presentan en la Tabla II. La estación con el máximo caudal es la 8 (5686 l-s-1), mientras que la estación 1 presenta el caudal más bajo (273 l-s-1). La materia flotante, presente sólo en la estación 4, fue de tipo doméstico (botellas PET, plásticos y latas); la norma NOM-001-ECOL-1996 establece ausencia de materia flotante. En el color son evidentes los cambios a lo largo de los nueve sitios, iniciando con un color café en las estaciones 1 y 2, transformándose en azul en la estación 3, negro en las estaciones 4 a 8 para, finalmente terminar en gris en la estación 9. Las estaciones 1, 2 y 3 no presentan olor alguno, mientras que de la 4 a la 9 mostraron un olor a

ácido sulfhídrico. La temperatura en el agua del río osciló entre 14 y 19°C entre las estaciones 1 y 9; los CE-CCA-001/89 establecen condiciones naturales de temperatura de más de 1,5oC. Los valores mínimos de conductividad eléctrica se presentaron en las estaciones 1 y 2 (213 y 250µS·cm-2), y el valor máximo se registró en la estación 8 (945µS·cm-2). Los pH de 8 estaciones son similares (7,5), excepto la estación 3 con un pH de 8. Para los parámetros de color, olor, CE y pH no se han establecido LMP en la NOM-001-ECOL-1996 ni en los CE-CCA-001/89. La concentración máxima de OD se registró en la estación 2 (8,6mg·l-1), seguida por las estaciones 1, 7 y 6 (6,4; 6,1 y 5,9mg·l-1) y el valor mínimo (1,7mg·l-1) se localizó en la estación 9, encontrándose fuera de los CE-CCA-001/89.

TABLA II  
PARÁMETROS DE CAMPO

Estación	Caudal (l·s <sup>-1</sup> )	MF	Color	Olor	T (°C)	CE (µS·cm <sup>-2</sup> )	pH	OD (mg·l <sup>-1</sup> )	LMP NOM-001-ECOL-1996	LMP CE-CCA-001/89
1	273	No	Café	No	15	213	7,4	6,4	Temperatura= URA, UPU, PVA= 40°C	Temperatura= condic. naturales + 1,5°C.
2	704	No	Café	No	14	250	7,7	8,6		
3	1228	No	Azul	No	14	570	8,0	3,3		
4	1872	SI	Negro	Si (H <sub>2</sub> S)	14	610	7,3	2,0	Materia flotante (MF) URA, UPU, PVA=ausente	Materia flotante= desagradable a la vista OD= 5mg·l <sup>-1</sup>
5	2208	No	Negro	Si (H <sub>2</sub> S)	16	692	7,5	2,6		
6	4271	No	Negro	Si (H <sub>2</sub> S)	18	905	7,6	5,9		
7	3883	No	Negro	Si (H <sub>2</sub> S)	16	912	7,6	6,1		
8	5686	No	Negro	Si (H <sub>2</sub> S)	16	945	7,5	5,1		
9	NR	No	Gris	Si (H <sub>2</sub> S)	19	769	7,0	1,7		

LMP: Límite máximo permisible, URA: uso riego agrícola, UPU: uso público urbano, PVA: protección vida acuática, NR: no realizado.

#### Parámetros fisicoquímicos

En la Tabla III se muestran los valores de los parámetros SST, SDT, SSe, DBO5, DQO y GyA. El valor mínimo de SST se obtuvo en la estación 1 (8mg·l-1) y el máximo en la estación 7 (343mg·l-1). El LMP de SST para Uso de Riego Agrícola (URA) es rebasado en las estaciones 7, 8 y 9. En las estaciones 6 a 9 se sobrepasa el LMP para Uso Público Urbano (UPU), mientras que para Protección de Vida Acuática (PVA) el LMP es excedido en todas las estaciones. Solamente se registró SDT (11mg·l-1), parámetro que no se incluye en la normativa vigente, en la estación 7. Para SSe todas las estaciones cumplen con los LMP establecidos para URA, UPU y PVA. Las concentraciones mínima y máxima de DBO5 se registraron en las estaciones 1 y 7 (11 y 270mg·l-1), siendo rebasado el LMP para URA en las estaciones 5 y 9; para UPU en las estaciones 5, 6 y 7; y para PVA en las estaciones 3 a la 9. (1841mg·l-1) en la estación 9, siendo rebasado el LMP establecido en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua en las estaciones 3 a 9. El dato mínimo para GyA (15mg·l-1) fue en la estación 3 y el máximo (26mg·l-1) en las estaciones 5 y 8. Estas dos últimas estaciones no cumplen con el LMP establecido en la NOM-001-ECOL-1996. En la Tabla IV se muestran los valores obtenidos para N y P en sus diferentes formas. La concentración mínima de Ntotal detectada en las estaciones 1 y 8 fue de 2471mg·l-1 y la máxima de 26551mg·l-1; ninguna de las estaciones cumple con los LMP para URA, UPU y PVA. El valor mínimo de Namoniaca registrado fue de 0,5mg·l-1 y el máximo El valor mínimo de DQO (22mg·l-1) se observó en la estación 1 y el máximo de 15400 en las estaciones 1 y 8, respectivamente; sólo la estación 1 cumple con el LMP establecido en los CECCA-001/89. Los LMP para Norg y para Nnitritos+Nnitratos no se contemplan en la legislación actual. El valor para Nnitritos en todas las estaciones está dentro del LMP de los CE-CCA-001/89. En cuanto al Ptotal el valor mínimo y el máximo, de 1,0 y 6,0mg·l-1 en las estaciones 2 y 8, cumplen con el LMP establecido en la NOM-001-ECOL-1996. Por otro lado, ninguna estación cumple con el LMP que marcan los CE-CCA-001/89. Se cuantificaron fosfatos orgánicos y ortofosfatos en todas las estaciones, aunque estos compuestos no se encuentran regulados por ninguna norma.

TABLA III  
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS TRADICIONALES

Estación	SST mg·l <sup>-1</sup>	SDT mg·l <sup>-1</sup>	SSe ml·l <sup>-1</sup>	DBO <sub>5</sub> mg·l <sup>-1</sup>	DQO mg·l <sup>-1</sup>	Grasas/ aceites mg·l <sup>-1</sup>	LMP NOM-001-ECOL-1996	LMP CE-CCA-001/89	LMP LFD-2008
1	64	<0,18	0,6	11	22	ND	SST, URA, UPU, PVA= 200, 125, 60mg·l <sup>-1</sup>	Grasas y aceites= ausentes	DQO= 100mg·l <sup>-1</sup>
2	70	<0,18	0,0	23	36	ND			
3	109	<0,18	0,0	87	189	15	Sse, URA, UPU, PVA= 2ml·l <sup>-1</sup>		
4	80	<0,18	0,7	88	157	24			
5	110	<0,18	0,6	259	357	26	DBO, URA, UPU, PVA= 200, 150 y 60mg·l <sup>-1</sup>		
6	172	<0,18	0,7	157	314	22			
7	343	<0,18	1	270	383	24	Grasas y aceites RA, UPU, PVA= 25mg·l <sup>-1</sup>		
8	240	<0,18	1	87	200	26			
9	240	<0,18	1	78	1841	NR			

ND: no detectado, NR: no realizado.

### Metales

En la Tabla V se muestran los metales cuantificados. Los valores de As y Cd se encuentran dentro del LMP de la NOM-001-ECOL-1996. Se detectó Cr+6 en la estación 8 con una concentración 0,13mg·l<sup>-1</sup>, rebasando significativamente el LMP establecido en los CE-CCA-001/89. La existencia de Hg en todas las estaciones muestra concentraciones de 0,001mg·l<sup>-1</sup> y cumple con la NOM-001-ECOL-1996, excepto en la estación 5 (0,002mg·l<sup>-1</sup>) que rebasa el LMP de los CECCA-001/89. El Ni en todas las estaciones muestra concentraciones por debajo de la NOM-001-ECOL-1996 y no se le considera en los CE-CCA-001/89. El Fe y el Mn no se detectaron de la estación 1 a la 7, pero el Fe está presente en las estaciones 8 y 9 (0,53 y 0,51mg·l<sup>-1</sup>), mientras que el Mn solo se detectó en la estación 9 (0,52mg·l<sup>-1</sup>); para ninguno de ellos hay LMP en la NOM-001-ECOL-1996 ni en los CE-CCA-001/89.

TABLA IV  
PARÁMETROS RELACIONADOS CON MATERIA ORGÁNICA

Estación	N total	N amoniaco	N org	N-nitros +N-nitros	N-nitros	P total	P org	P orto	LMP NOM-001-ECOL-1996	LMP CE-CCA-001/89
									mg·l <sup>-1</sup>	mg·l <sup>-1</sup>
1	2471	0,5	1	1	0,09	1	0,3	0,3	N <sub>total</sub> URA, UPU, PVA= 60, 60, 25	N <sub>amoniaco</sub> = 0,6
2	4223	0,9	1738	1	0,07	1	0,0	0,3		
3	15772	6952	8448	0,4	0,02	2	0,4	1,2	P <sub>total</sub> URA, UPU, PVA= 30, 30, 10	Nitros= 0,6
4	1686	9746	6864	1,3	0,03	2	0,2	1,4		
5	16531	5654	10296	0,6	0,02	4	0,2	2,2	P <sub>total</sub> URA, UPU, PVA= 30, 30, 10	P <sub>total</sub> = 0,05
6	14480	8118	5962	0,4	0,02	3	0,8	2,0		
7	22420	11990	9900	0,5	0,03	5	0,5	2,9		
8	26551	15400	10670	0,5	0,02	6	0,9	1,5		
9	11660	9339	2321	NR	0,02	2	0,06	NR		

NR: no realizado.

Las concentraciones de Cu, Crtotal, Pb, Zn y Al detectadas estuvieron debajo del LMP de la NOM-001-ECOL-1996 en todas las estaciones.

### Microbiológicos

El valor mínimo y el máximo de coliformes fecales se registraron en las estaciones 2 y 7 (2,20E3 y 3,08E07NMP/100ml). Ninguna de las estaciones cumple con el LMP establecido en la NOM-001-ECOL-1996 (Tabla VI).

### Toxicológicos

Para evaluar los resultados de toxicidad con *V. fischeri* y *D. magna*

(Tabla VI) se empleó la clasificación de toxicidad de acuerdo con Bulich (1982) y para la prueba de Ames los valores de razón de mutagenicidad (RM; Mortenmals, 2000). En las estaciones 1 y 2 no se detectó toxicidad con *V. fischeri*; en las estaciones 3 y 4 existe toxicidad con 3 y 2 unidades de toxicidad (UT), de las estaciones 5 a la 9 se registró niveles muy tóxicos (28-18UT) debido a la presencia de compuestos orgánicos. La estación 3 se mostró levemente tóxica con *D. magna* (1UT) y las estaciones 4 a 9 resultaron tóxicas (24UT), debido probablemente a la presencia de compuestos inorgánicos del tipo metales y metaloides.

TABLA V  
METALES PESADOS Y METALOIDES

Estación	As	Cd	Cu	Cr	Cr <sup>6</sup>	Hg	Ni	Pb	Zn	Al	Fe	Mn	LMP NOM-001-ECOL-1996 mg·l <sup>-1</sup>	LMP CE-CCA-001/89 mg·l <sup>-1</sup>
1	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	ND	0,002	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	As URA, UPU, PVA= 0,2; 0,1; 0,1	As III= 0,2
2	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	ND	0,001	0,017	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	Cd URA, UPU, PVA= 0,2; 0,1; 0,1	
3	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	ND	0,001	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	Cu URA, UPU, PVA= 4,0; 4,0; 4,0	Cn= 0,005
4	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	ND	0,001	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	Cr URA, UPU, PVA= 1,0; 0,5; 0,5	
5	<0,005	0,04	<0,05	<0,05	ND	0,002	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	Hg URA, UPU, PVA=0,01; 0,005; 0,005	Cr <sup>6</sup> = 0,01
6	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	ND	0,001	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	Ni URA, UPU, PVA= 0,5; 0,2; 0,2	
7	0,01	0,05	<0,05	<0,05	ND	0,001	0,017	<0,10	<0,1	<5,0	ND	ND	Pb URA, UPU, PVA= 0,2; 0,1; 0,1	Hg= 0,001
8	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	0,13	<0,0005	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	0,53	ND	Zn URA, UPU, PVA= 10,0; 10,0; 10,0	
9	<0,005	<0,02	<0,05	<0,05	ND	<0,0005	<0,05	<0,10	<0,1	<5,0	0,51	0,52		

ND: no detectado.

Prueba de Ames. En las estaciones 1, 2 y 7 no se detectó mutagenicidad (ND) con la cepa TA98 sin activación metabólica, pero sí en las estaciones 3, 4, 5, 6, 8 y 9 con valores de 6, 5, 7, 63, 13 y 14RM respectivamente, siendo significativamente más alta la estación 6. Con la cepa TA98 con activación metabólica no se registró mutagenicidad en las estaciones 1 a 7, pero sí se registró en las estaciones 8 y 9 con valores de 5RM (Tabla VI). Empleando la cepa TA100 sin activación metabólica, en las estaciones 1 a 6 no se detectó mutagenicidad, pero las estaciones 7, 8 y 9 presentan valores mutagénicos de 5, 7 y 6RM. Empleando la misma cepa con activación metabólica no se detectó mutagenicidad en ninguna de las estaciones (Tabla VI).

TABLA VI  
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, TOXICOLÓGICOS Y MUTAGÉNICOS

Estación	Coliformes fecales NMP/100ml	<i>Vibrio fischeri</i> CE <sub>50</sub> (%)		<i>Daphnia magna</i> CE <sub>50</sub> (%)		CEPA TA98 CEPA TA100			LMP (NOM-001-ECOL-1996)	Clasif. de toxicidad (Bulich, 1982)
		UT	TND	UT	TND	-S9	+S9	-S9		
1	2,64E03	TND	TND	TND	TND	-	-	-	Coliformes fecales	>4 Muy tóxica
2	2,20E03	TND	TND	TND	TND	-	-	-	URA= 1000NMP/100ml	2-4 Tóxica
3	2,64E06	33	3	82	1	6	-	-		1,33-1,99 Moderadamente tox.
4	2,64E06	40	2	53	2	5	-	-		<1,33 Levemente tóxica
5	2,53E06	4	28	57	2	7	-	-	LMP	Clasif. de mutagenicidad
6	2,64E06	17	6	63	2	63	-	-	(CE-CCA-001/89)	(Mortennals y Zeiger, 2000)
7	3,08E07	18	6	52	2	-	-	5		<2= negativo
8	2,53E06	5	19	24	4	13	5	7	Colif. fec. <200NMP/100ml	>2= positivo
9	2,64E07	6	18	32	3	14	5	6		

TND: toxicidad no detectada, -: negativo.

## DISCUSIÓN

El caudal del río Balsas se incrementa desde la primera medición en la estación 1 hasta la estación 6 en 15 veces, de 273 a 42711-s-1, disminuyendo en la estación 7 a 38831-s-1. En todo el afluente de donde nace hasta el cauce en la región Calentana podemos encontrar industrias, agricultura, ganadería, minerías, basureros, drenajes, etc.; lo cual conlleva extracción de agua del río para sus procesos (Tabla II). El cambio de color en las estaciones 1 y 2 fue influenciado por la fuerza de la corriente, que arrastra partículas suspendidas que modifican el color natural; en la estación 3 el cambio se debe a la descarga textilera del teñido de telas, específicamente mezclilla. Los cambios subsecuentes se deben a las descargas de industrias procesadoras de alimentos, metalúrgicas, químicas y de colectores industriales, que imparten al agua un color negro de las estaciones 4 a 8. Estas descargas provocan también el surgimiento de olor a ácido sulfhídrico a partir de la estación 4, indicando aumento en la actividad biológica y contaminación industrial severa. La variación de temperatura de la estación 1 a la 9 fue de 4°C, aumento debido, probablemente, a procesos industriales que generan agua caliente que influye en la tasa de crecimiento biológico, en las reacciones químicas, en la solubilidad de los contaminantes y en el desarrollo de la biota. La conductividad eléctrica en la estación 3, donde inician las descargas industriales, se incrementa significativamente hasta la estación 8 disminuyendo en la 9. A mayor conductividad eléctrica, mayor es el contenido de sólidos disueltos en formas iónicas y provenientes de las descargas industriales. El valor de pH 8 registrado en la estación 3 se debe a las descargas municipales y a la actividad de procesos industriales (textil, químico y petroquímico). Algunas industrias utilizan procesos neutralizantes en sus descargas a base de bicarbonatos y carbonatos que justificarían el incremento del pH, específicamente en esta estación, pero ello no puede asegurarse. La estación 2 recibe descargas municipales, no obstante, tiene el nivel de OD más alto, indicando que posee capacidad para

mantener vivos organismos aerobios y plantas. Las otras estaciones muestran niveles de OD dentro del límite establecido en los CE-CCA-001/89, por lo que el río cuenta con capacidad autodepurativa (Sperling, 2001). Sólo el valor de OD en la estación 9 está fuera de la norma, indicando contaminación en ese punto e imposibilitando la supervivencia de la biota (Iriondo y Mota, 2004). Los parámetros de campo muestran el estado tangible del río, las variaciones en el caudal y su velocidad, los cambios de color y olor muestran la magnitud de las descargas que lo impactan, causantes de su deterioro. La estación 7 sobresale por sus valores altos de SST y SDT debido a partículas orgánicas (materia descompuesta y compuestos químicos) e inorgánicas (iones y moléculas disueltos en el agua, minerales, metales) en solución, que podrían interactuar con los agentes químicos y biológicos responsables de los cambios de color (negro) y olor (ácido sulfhídrico) antes discutidos, que pueden incrementar la toxicidad. La estación 7 también resalta por sus altos niveles de DBO5 y DQO (Guerra-Hernández *et al.*, 2008), lo cual indica la insuficiencia de O2 necesario para degradar por medios biológicos y oxidar la materia orgánica por medios químicos (Sperling, 2001). La estación 9 muestra también un DQO alto debido a que es el reservorio de toda la materia orgánica que se vierte al río. Las estaciones 5 y 8 muestran valores de GyA elevados, debido a los procesos que se llevan a cabo en las industrias química, petroquímica, textil y farmacéutica, y descargas municipales. La grasa en aguas residuales interfiere con la vida acuática creando películas de materiales en flotación y afectando los procesos biológicos naturales del agua. El Ntotal (Norgánico y Namoniaco) está presente en exceso en todas las estaciones, debido a desechos domésticos, agrícolas e industriales. El Namoniaco está presente en el agua en forma de amoníaco libre (NH3) y del catión amonio (NH4+), indicando contaminación reciente en el cuerpo de agua y su efecto es nocivo para la fauna acuática (Jiménez, 2002). Las estaciones 1, 2 y 4 presentan alta concentración de Nnitritos+Nnitratos. Es probable que la presencia de bacterias inicie un proceso de desnitrificación llegando hasta la generación de N2 molecular. Otras fuentes importantes de nitrato son los fertilizantes, principalmente en época de lluvia (Jiménez, 2002).

La presencia de Ptotal en todas las estaciones se debe al uso excesivo de fertilizantes, detergentes y a procesos de descargas industriales. Los Porg y los Porto son producto de las descargas de agua de acondicionamiento para tuberías, torres de enfriamiento, calentadores y calderas. Siendo considerados como parámetros críticos en la calidad del agua por su influencia en el proceso de eutrofización, no se encuentran regulados por ninguna norma. Los resultados obtenidos muestran los metales que se encuentran por debajo del límite de detección del equipo a niveles traza; éstos son Cu, Cr, Pb, Zn y Al, no representando peligro en el río. As, Cd, Ni, Fe y Mn están por debajo de los LMP de la normativa mencionada; sin embargo, su afluencia debe monitorearse continuamente para detectar su origen. La presencia de As, Cd y Ni se debe a descargas de empresas ubicadas en la estación 7, principalmente de tipo metalúrgica, química, automotriz y al uso de pesticidas, de acuerdo con Klaassen y Watkins (2001). El Cd puede ser generado por industrias de pinturas, plásticos, y los lodos de aguas domésticas y/o tratadas. El Ni presente en el río quizás proceda de plantas alimenticias, bebidas, tenerías y textil. También se cuantificaron metales que no se incluyen en norma alguna, como Fe y Mn. El primero solo se detectó en la estación 8, y ambos en la 9. Estos elementos se combinan con la materia orgánica formando coloides de difícil sedimentación que aportan un olor desagradable y color indeseable (Helmut, 1991; Rainer, 1991). Por arriba de los LMP establecidos los metales detectados fueron Hg y Cr+6, en las estaciones 5 y 8 respectivamente. La presencia de Hg se debe a descargas de la industria textil, química, petroquímica y metalúrgica; no obstante no es posible asegurar que estas empresas hagan uso excesivo de Hg y/o sus derivados (Klaassen y Watkins, 2001) y que sean responsables de su presencia en el río. La alta concentración de Hg puede derivar de cenizas dispersadas de volcanes (Popocatepetl) en el resto de las estaciones. La presencia de Cr+6 en la estación 9 puede deberse a descargas de tipo textil y otras como tenerías, galvanoplastias, metalúrgicas, producción de pigmentos y fertilizantes. El exceso de coliformes y la DBO5 en la estación 7 tienen un origen común de contaminación, que puede ser identificado en la Figura 2 con descargas de tipo municipal e industrial (alimenticia, bebidas, tenerías, petroquímica, química y otras). Los hallazgos con *V. fischeri* muestran toxicidad moderada en las estaciones 3 y 4, pero alta de la 5 a la 9, posiblemente debido a las concentraciones elevadas de Ntotal, quizá como resultado de la descomposición de la materia orgánica. El Namoniaco forma NH3 y NH4+ en el agua, elevando la toxicidad. La toxicidad también puede deberse a la presencia de compuestos orgánicos, como hidrocarburos poliaromáticos, herbicidas y pesticidas. Con *D. magna* se detectó toxicidad leve en la estación 3 (1UT); en las estaciones 4 a 9 se detectaron valores de 2 a 4UT, a pesar de que se registraron concentraciones traza de metales (Tabla VI). La prueba de Ames utiliza dos cepas, TA98 y TA100. La diferencia entre ellas es que la primera tiene una mutación frameshift y la otra una puntual en un par de bases (Takiya *et al.*, 2003). Si las pruebas resultan positivas, existe un 99% de probabilidad de afectar la salud humana por carcinogénesis (Umbuzeiro *et al.*, 2001; Takiya *et al.*, 2003). Con la cepa TA98 -S9 se detectó mutagenicidad alta en la estación 6, mientras con TA98 +S9 en la estación 8. Por otro lado, con la cepa TA100 -S9 se registró mutagenicidad alta en la estación 8, pero no se detectó con la TA100 +S9. Los resultados de la prueba de



Ames con *S. typhimurium* (TA98 y TA100 sin y con activación metabólica) sugieren la presencia de compuestos orgánicos (hidrocarburos poliarómicos, pesticidas, emulsificantes, plastificantes, dispersantes) y compuestos volátiles orgánicos (benceno, tolueno, etc.), cuya presencia se deberá determinar en el río.

## CONCLUSIONES

Los parámetros de campo indican el daño en el río causado por la contaminación debida a los asentamientos humanos y al desarrollo industrial al efectuar sus descargas en este cuerpo de agua, a pesar de haber dado un tratamiento previo a las mismas, lo cual resalta la necesidad de incluir pruebas de toxicidad y mutagenicidad en la legislación vigente. El grado de deterioro detectado con los parámetros de campo en las estaciones fue 1 < 2 < 3, 5 < 4, 6, 7 < 8, 9. El factor determinante para esta clasificación fue la cantidad de parámetros que sobrepasan los LMP de la legislación vigente. El deterioro encontrado en la presa Valsequillo concuerda con lo reportado por Silva et al., (2002). La disminución del caudal en la estación 7 muestra la necesidad de limitar la extracción del recurso hídrico. Los parámetros fisicoquímicos fueron rebasados en todas las estaciones en el siguiente orden 1 < 2 < 4, 6 < 3, 5, 9 < 8 < 7. Las estaciones 7 y 8 (Tablas III y IV) se destacan por los máximos valores de SST, SDT, SSe, DBO5, DQO, GyA, Ntotal, Namoniacal, Norg, Ptotal y Porg, mostrando el impacto de las descargas de origen industrial y municipal en el río, confirmando lo reportado por Valladares et al., (2005). Los metales detectados de menor a mayor concentración fueron: Hg (en estación 5) < As (en 7) < Ni (en 7) < Cd (en 7) < Cr6+ (en 8) < Mn (en 9) < Fe (en estación 8). La presencia de estos metales concuerda con los resultados de otros estudios (Silva et al., 2002; Méndez et al., 1995; Saldaña y Gómez, 2006; CONAGUA, 2007b; Navarro et al., 2007). La contaminación microbiológica rebasa el LMP en todas las estaciones, destacándose la 7 y la 9 (Tabla VII), resultados que coinciden con los de Silva et al., (2002) quienes reportaron contaminación del río por drenajes municipales e industriales. Los resultados de los análisis toxicológicos y mutagénicos revelaron la presencia de compuestos tóxicos que no fueron detectados por los métodos de análisis convencionales de la estación 3 a la 9. *V. fischeri* registró toxicidad de menor a mayor concentración en las estaciones 4 < 3 < 7 < 6 < 9 < 8 < 5. *D. magna*, en orden de menor a mayor concentración, en las estaciones 3 < 6 < 5 < 4 < 7 < 9 < 8. La prueba de Ames detectó mutagenicidad de menor a mayor concentración en las estaciones 4 < 3 < 5 < 8 < 9 < 6. Los resultados posiblemente se deban a la presencia de compuestos orgánicos (HPA's), que no fueron determinados en este trabajo por no estar incluidos en las normativas actuales y están siendo evaluados a raíz de los resultados toxicológicos y mutagénicos. La norma vigente se respeta y se pone en práctica; sin embargo, no es suficiente para determinar con mayor precisión el deterioro en la calidad del agua del río. En la medida en que este tipo de bioensayos sea accesible será una alternativa para un mejor monitoreo de las descargas, por lo cual se hace necesario cambiar la legislación vigente como un reto a corto plazo, con el fin de generar información para la toma de decisiones por las instancias pertinentes, en concordancia con Saldaña et al., (2002a, b) y CONAGUA (2007a, b). Por otro lado, se debe mejorar la eficiencia de las PTARs municipales e industriales, ya que esto permitiría contar con medidas de saneamiento específicas para los problemas detectados en este estudio, tales como el implemento de tratamientos avanzados, con nuevas tecnologías de clarificación biológica con enzimas u organismos inmovilizados (Salgado et al., 2006; Núñez et al., 2007); de desodorización, empleando reactores biológicos como biofiltros (Le Cloire et al., 2001); de nanofiltración avanzada para eliminar SST (Adham et al., 2006); de remoción de nutrientes por procesos de nitrificación-desnitrificación, remoción de amonio acuoso (Arriaga et al., 2003), desgasificación del amoniaco, precipitación química, asimilación; de remoción de compuestos inorgánicos disueltos mediante electrodiálisis, intercambio iónico, ósmosis inversa y precipitación (Kabra et al., 2004); eliminación de coliformes mediante radiación solar (Rizzo, 2009); y remoción de compuestos orgánicos disueltos por adsorción u oxidación química (Bubnov et al., 2006).

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano por la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adham S, Chiue K, Lehman G, Mysore C, Clouet J (2006) Optimization of Membrane Treatment for Direct and Clarified Water Filtration. Report Series 91111F ISBN 9781843399674. AWWARF. Denver, CO, EEUU. 196 pp.
- Arriaga ARE, Garcia LRA, Soto GGE (2003) A Peach stone activated carbon chemically modified to absorb aqueous ammonia. J. Chil. Chem. Soc. 48: 65-68.
- Bubnov AG, Grinevich VI, Maslova ON (2006) Barrierdischarge plasma treatment of surface water to remove organic compounds. Rus. J. Appl. Chem. 79: 934-940.
- Bulich A A (1982) A practical and reliable method for monitoring the toxicity of aquatic samples. Proc. Biochem. (March-April); 45-47.



- CONAGUA (2007a) Estudio y Declaratoria de Clasificación de los Ríos Atoyac y Zahuapan. [www.ccbalsas.org.mx/GruposConsejo/GrupoSegEvaluacion/ Presentaciones/ pres3 lsesion/6APresentacion\\_ RioAtoyac-Zahuapan.pdf](http://www.ccbalsas.org.mx/GruposConsejo/GrupoSegEvaluacion/ Presentaciones/ pres3 lsesion/6APresentacion_ RioAtoyac-Zahuapan.pdf)
- CONAGUA (2007b) Clasificación de Cuerpos de Agua Nacionales Río Atoyac y Zahuapan. [www2.ine.gob.mx/argas/pres\\_proname\\_ago2008\\_e\\_gutierrez](http://www2.ine.gob.mx/argas/pres_proname_ago2008_e_gutierrez). Pdf
- Flores QR, Aceves-Capri S, Ramírez MI (2004) Viabilidad del Potencial Uso Acuícola de la Carpa Común (*Cyprinus carpio*) en la Presa Manuel Ávila Camacho, Puebla, México. [www.tupublicas.com/docs/04-03-2004-53-expocien.pdf](http://www.tupublicas.com/docs/04-03-2004-53-expocien.pdf).
- Guerra-Hernández E, Balán-Hernández LL, Guerrero OR, Campos LLS (2008) Una mirada a los recursos hídricos en la zona alta de la subcuenca del Río Atoyac. Mem. VII Cong. Int., XIII Cong. Nac., III Reg. de Ciencias Ambientales. 4-6 Junio. Cd Obregón, México.
- Helmut AH (1991) Iron. En Merian E (Ed.) *Metals and their Compounds in the Environment*. VCH. Nueva York, NY, EEUU. pp 945-958.
- INEGI (2004) Anuario Estadístico. Puebla. Tomo I y II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INEGI(2008)[www.mapserver.negi.org.mx/geografia/español/estados/endomex/ sombreado\\_riocfm?c=444&e=18](http://www.mapserver.negi.org.mx/geografia/español/estados/endomex/ sombreado_riocfm?c=444&e=18)
- Iriondo A, Mota J (2004) Desarrollo de una red neuronal para estimar el oxígeno disuelto en el agua a partir de instrumentación de EDAR. XXV Jornadas de Automática. 8-10 de Septiembre. Universidad de Castilla la Mancha. Ciudad Real, España.
- Jiménez CBE (2002) La contaminación ambiental en México. Cap. 2. La Contaminación del Agua. Limusa. México. pp. 33-315.
- Kabra K, Chaudhary R, Sawhney RL (2004) Treatment of hazardous organic and inorganic compounds through aqueous-phase photocatalysis: A review. *Indust. Eng. Chem. Res.* 43: 7683-7696.
- Klaasen CD, Watkins BJ (2001) Efectos tóxicos de metales. En *Manual de Toxicología*. Capítulo 23. Mc Graw-Hill. México pp. 659-722.
- Le Cloire P, Humeau P, Ramírez-López EM (2001) Biotreatments of odours: control and performance of biofilters and a bioscrubber. *Water Sci. Technol.* 44: 219-226.
- Ley Federal de Derechos de Agua (2007) Reforma 35 [www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD\\_ref35\\_24dic07](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfd/LFD_ref35_24dic07). Pdf.
- Mangas RE, Sánchez MM, Molina A, Hugo R, García-Flores LM, Muñoz-Gutiérrez I, Zumaquero RJL (2005) Análisis de las Políticas de Rehabilitación de Presas: El Caso de la “Presa de Valsequillo” en el Estado de Puebla. [www.comunicacion.buap.mx/ortajes\\_especiales/reportaje\\_especial\\_valsequillo.html](http://www.comunicacion.buap.mx/ortajes_especiales/reportaje_especial_valsequillo.html)
- Méndez GT, Flores RA, Palacios MS (1995) Presencia de Pb, Cr, Co y Cd en suelos regados con aguas residuales en el distrito de riego 030 Tecamachalco Estado de Puebla. Mem. XXVI Cong. Nac. Ciencia del Suelo. Cd. Victoria, México. p. 36.
- Méndez GT, Rodríguez DL, Palacios M (2000) Impacto del riego con aguas contaminadas evaluadas a través de la presencia de metales pesados en suelos. *Terra* 18: 277-278.
- Mortelmals K, Zeiger E (2000) The Ames Salmonella/microsome mutagenicity assay. *Mut. Res.* 455: 29-60.
- Navarro AE, Rincón C, Rosas E, Aguilar AP, Contreras S, Caso LR, Bayona JM, Velasco F, Sánchez A, Vázquez A, Martínez CT, Díaz M, Pérez A, Malajevich A, Cuellar I, Navarrete D, Cid S (2007) El agua en la Subcuenca del Nexapa, México: Necesidad de una gestión integral. Conferencia Latinoamericana de Saneamiento. 12-16 Noviembre. Cali, Colombia. Norma Mexicana NMXAA-003-1980 SCFI Aguas Residuales-Muestreo [www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMXAA-003-1980.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMXAA-003-1980.pdf).
- Norma Mexicana NMX-AA087-1995-SCFI Análisis de Agua-Evaluación de Toxicidad Aguda con *Daphnia magna* Status (CrustaceaCladocero)-Método de Prueba. [www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-087-1995.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-087-1995.pdf).
- Norma Mexicana NMX-AA-1121995-SCFI Análisis de Agua y Sedimentos-Evaluación de Toxicidad Aguda con *Photobacterium phosphoreum*Método de Prueba.[www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMXAA-112-1995.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMXAA-112-1995.pdf).
- Norma Oficial Mexicana NOM001-ECOL-1996 Que Establece los Límites Máximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas de Aguas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. [www.economia.gob.mx/work/normas/noms/1997/001-ecol](http://www.economia.gob.mx/work/normas/noms/1997/001-ecol). Pdf.
- Núñez APN, Cruz SR, Folch MJL, Villegas E (2007) Degradación de los colorantes, remazol brilliant blue R y 4-phenylazoaniline con lacasas fúngicas libres e inmovilizadas. Mem. VII Cong. Nac. Biología Molecular y Celular de Hongos de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. 5-8 Nov. Guanajuato, México.
- OECD (1995) Guidelines for testing of chemicals Genetic Toxicology: Salmonella typhimurium.Reverse. *Mutat. Assay* 471: 1-9.
- Rainer SE (1991) Manganeso. En Merian E (Ed.) *Metals and their Compounds in the Environment*. VCH. Nueva York, NY, EEUU. Cap. II-19.
- Rizzo L (2009) Inactivation and injury of total coliform bacteria after primary disinfection of drinking water by TiO<sub>2</sub> photocatalysis. *J. Haz. Mat.* 164: 48-51.
- Saldaña FP, Gómez BMA (2006) Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el río Atoyac, México. Mem. XXX Cong. Interam. Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 26-30 Nov. Punta del Este, Uruguay.
- Saldaña FP, Alcocer Y VH, Lerdo de Tejada BA, Gómez BMA (2002a) Calidad del Agua en Colectores de la Ciudad de Puebla y la Aplicación de Análisis de Toxicidad. XXVIII Cong. Interam. Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 27-31 Oct. Cancún, México.
- Saldaña, P, Lerdo de Tejada A, Gómez MA, López R (2002b) La importancia de incluir análisis de toxicidad en descargas industriales y municipales que afectan los cuerpos receptores. Cong. Nac. Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. 17-20 Abr. Guanajuato, México.

Salgado J, Sandoval AM, Espinosa E, Dantán E, Silva S, Méndez M, Folch JL, Villegas E (2006) Purificación y caracterización de lacasas extracelulares de *Pycnoporus sanguineus* aplicadas al tratamiento de colorantes y evaluación toxicológica del proceso. Mem. V Cong. Int. y XI Cong. Nac. de Ciencias Ambientales. 7-9 de Junio. Oaxtepec, México.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) (1989) Acuerdo por el que se Establecen los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/1989. Diario Oficial de la Federación del 2/12/1989. Tomo CDXXX, No 9. México.

Silva GSE, Muñoz OA, De la Isla de Bauer ML, Infante GS (2002) Contaminación ambiental en la región de Atlixco: 1 Agua. Terra 20: 243-251.

Sperling MV (2001) Principios Básicos do Tratamento de Esgotos. 4ª ed. Universidade Federal de Minas Gerais. Brasil. 211 pp.

Takiya T, Horie Y, Futo S, Matsumoto Y, Kawai K, Zuzuki T (2003) Rapid selection of nonhotspot mutants among *hidD+* revertants of *Salmonella typhimurium* TA98 in Ames test by peptide nucleic acid (PNA)-mediated PCR clamping. J. Biosci. Bioeng. 96: 588-590.

Umbuzeiro A, Roubicek D, Sánchez P, Sato MZ (2001) The *Salmonella* mutagenicity assay in a surface water quality monitoring program based on a 20-year survey. Mut. Res. 49: 119-126.

Valladares MR, Flores E, Navarro I (2005) Estudio de la calidad del agua residual que descarga al Río Atoyac: comunidades, ong, e investigadores unidos. II Encuentro participación de la mujer en la Ciencia. 19-20 Mayo. León, México.

# Mercurio y plomo presentes en tejidos de *Oreochromis niloticus* en el Rio Cutzamala en la Región Tierra Caliente de Guerrero

M.C. Ludybed Escobar Sarabia<sup>1</sup>, Lic. Diana Pérez de Jesús<sup>2</sup>, M.C. Francisco Zavala Hernández<sup>3</sup> y Ing. Reyna Vergara Hernández<sup>4</sup>

**Resumen** En el presente trabajo de investigación se determinó la concentración de mercurio y plomo en tejidos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) del rio Cutzamala en la Región Tierra Caliente de Guerrero específicamente en el tramo que comprende el municipio de Pungarabato. Se colectaron los especímenes en octubre del 2018, utilizando el diseño experimental de bloques al azar, colectando 120 organismos en 40 localidades. Posteriormente se trasladaron al laboratorio para ser analizados mediante la técnica de método interno INS-SM-US-71 EMA. Se determinó la presencia de mercurio <0,1 (mg/km) el cual está aún por debajo del límite según Codex alimentarios FAO 2014 y plomo <1,0 (mg/km) el cual rebaso el límite permisible, lo que puede ocasionar toxicidad crónica, ya que se conoce que el plomo causa efectos dañinos sobre los riñones además del deterioro de la función renal, difusión hepática y escasa capacidad reproductiva, dificultades de aprendizaje, audición, funciones cognitivas entre otros efectos.

**Palabras clave:** Metales pesados, *Oreochromis niloticus*, Rio Balsas, Tierra Caliente.

## INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas ambientales más importantes es la contaminación de los cuerpos de agua los cuales llevan vertidos de productos químicos, metales de actividades mineras, prácticas agrícolas inadecuadas, vertimiento de aguas negras los cuales son los principales agentes contaminantes que han llevado a la contaminación química en especial por metales pesados, constituya una de las más peligrosas para los ecosistemas acuáticos y las especies presentes en ellos. La contaminación por metales pesados es un problema muy grave ya que afecta a los ecosistemas acuáticos y a los organismos que habitan en ellos. Los peces son indicadores importantes de contaminación. (Marrugo, Negrete *et al*, 2008; Hassan *et al.*, 2010). Los contaminantes llegan de diferente formas a los cuerpos de agua: procesos naturales actividades humanas, escurrimiento, ríos, deposición directa, etc. (Luna *et al.*, 2002). Entre estos contaminantes se encuentran los metales pesados, el Pb y Cd son los metales de mayor riesgo para la salud humana (Escarpa y Gratín, 1992).

Los peces tienen la capacidad de almacenar en su organismo una concentración mayor de estos compuestos en comparación con la presente en el medio, por lo que son un indicador importante de la contaminación, pero también esto implica que su consumo se puede convertir en un problema de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso. Los metales pesados a través de la cadena alimenticia llegan al ser humano afectándolo de manera directa bioacumulándose en el organismo y su eliminación es muy difícil una vez ingeridos. El presente trabajo se realizó en el rio Cutzamala en la región Tierra Caliente de Guerrero, siendo un rio que depende de la alimentación de los pobladores en la región calentana, ya que existe una alta cultura de consumir organismos acuáticos a través de la pesca y agua para usos domésticos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** El presente trabajo se realizó con peces del río Cutzamala, el cual se forma por la unión de los ríos Zitácuaro e Ixtapan, se une al río Balsas con el nombre de Cutzamala, 10 Km aguas debajo de Coyuca de catalán. La

<sup>1</sup> M.C. Ludybed Escobar Sarabia, profesora investigadora del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano en el área de Genética de la conservación y manejo de los recursos acuáticos. escobar8382@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> Lic. Diana Pérez de Jesús, investigadora en el área de manejo de recursos acuáticos. diana\_jesus@hotmail.com

<sup>3</sup> M.C. Francisco Zavala Hernández profesor, investigador del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, en el área de fruticultura tropical y manejo de control biológicos. zavalahf@yahoo.com.mx

<sup>4</sup> Ing. Reyna Vergara Hernández profesora, Investigadora del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, en el área de botánica acuática y terrestre. reynavergara@hotmail.com

Autor de correspondencia: diana\_jesus@hotmail.com

corriente principal tiene una longitud de 108 Km y sirve de límite entre los estados de Michoacán y Guerrero. (Arredondo, 2015). El río Cutzamala, es de gran importancia económica ya que representa una fuente de alimento varias familias cultivan tilapias, bagre y langostino para su consumo y se comercializa en la región para su alimentación.

**Colecta de especímenes:** Para la realización de la presente investigación, se utilizó como muestra de estudio la tilapia (*Oreochromis niloticus*) de 20cm de longitud y de 300 g de peso, teniendo un total de 120 ejemplares, utilizando bloques al azar para su muestreo en las cuarenta localidades que atraviesan el cauce de este río en el municipio de Pungarabato.

**Análisis de muestra:** Para la determinación de metales se utilizó la técnica del método interno INS-SM-US-71 EMA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró la captura de organismos con peso y talla requeridos en cada uno de los muestreos donde se llevó a cabo para su estudio en tejidos para realizar el análisis químico bajo el método INTERNO INS-SM-US-71 EMA; donde se encontró plomo con la cantidad de 1,0 Mg/kg lo cual para la norma EPA, FAO Y CODEX ALIMENTARIUS este rango se encuentra por arriba de los niveles máximos permisibles para el consumo, mientras el mercurio (Hg) aún se encuentra por debajo de los límites permisibles, para las normas OMS (Organización de las Naciones Unidas), NOM (Norma Oficial Mexicana), BLF (Legislación de Comida Brasileña la concentración de metales encontrados en las muestras analizadas rebasaron los límites permisibles. Según normas oficiales incluso de mexicanas revelan que el contenido de metales en tejidos de tilapia es tóxico para el consumo humano.

Los valores de concentración de mercurio y plomo en músculo de *Oreochromis niloticus* fueron: 0,1 Mg/kg y 1,0 Mg/kg respectivamente. El valor más bajo de concentración fue mercurio, lo cual indica que está en el límite aceptable para consumo, pero en plomo se reportó una alta concentración, lo cual no es permisible para consumo humano.

## DISCUSIONES

Leal *et al.* (2009) reportaron que no detectaron concentraciones de metales en agua de Laguna el Limón, Chiapas, sin embargo las concentraciones detectadas en músculo, branquias y piel en *Ictalurus punctatus* en la zona de estudio superaron los límites permisibles para evitar efectos en la salud humana en la normatividad establecida en Canadá y los Estados Unidos de América. Por esto la importancia de establecer una nueva normatividad y que se consideren otros metales debido que solo hay una legislación para muy pocos metales (Bryan y Langston, 1992). Es posible que el fenómeno mencionado esté ocurriendo en cauce del río Balsas de Guerrero, en donde las concentraciones registradas para agua son altas, pero se desconoce las concentraciones de estos metales en sedimentos. Por ello se sugiere analizar los sedimentos de este cuerpo de agua, ya que los metales presentes en agua se incorporan con los sedimentos, especialmente se asocian con la materia orgánica que conforma a los mismos. Es conocido que el bentos, plantas y animales de los sistemas acuáticos tienen la capacidad de bioacumular ciertos contaminantes. Por lo anterior no se descarta que se presente el proceso de bioacumulación en *Ictalurus punctatus* y otras especies de peces presentes en la río Balsas. De esta manera estos contaminantes se pueden biomagnificar; el Pb y Cd no se magnifican a lo largo de la cadena alimenticia (Tacon, 1989; Scarpa y Gatlin, 1992 y Peña *et al.*, 2001).

## CONCLUSIONES

En las 120 muestras de tilapia analizadas provenientes del río Cutzamala se detectó la presencia de Hg y Pb en músculo <0,1 mg/kg para el mercurio en cuanto al plomo se presentó una alta concentración <1,0 mg/kg las muestras excedieron el límite permitido según la OMS, EPA, FAO entre otras, en el caso del mercurio las concentraciones son más bajas sin embargo son evidentes los casos de bioacumulación que en un futuro no muy lejano causaran graves problemas ambientales y de salud. Al realizar la presente investigación se logró concluir que la contaminación en dicha zona de estudio representa un problema para el consumo de tilapia, ya que los valores regulados por la Comisión Europea, como límite máximo de tolerancia recomendados para el mercurio y plomo (Hg y Pb) fue superado. La presencia de metales pesados en *Oreochromis niloticus* se atribuye a la contaminación que presentan estos cuerpos de agua negras, las cuales llevan vertidos tóxicos, desechos de basura los cuales son

arrojados a los ríos, insecticidas y plaguicidas los cuales son usados en la agricultura y llegan a los ríos. Es recomendable realizar un estudio por un periodo no menor de un año, o en su defecto que incluya toma de muestras durante la estación seca y durante la estación lluviosa, esto con el afán de determinar si existe una estacionalidad en los contenidos obtenidos, y analizar la influencia que tengan las lluvias en las concentraciones de contaminantes que puedan depositarse en el río Cutzamala.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano por dar la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adame, M. (20 de septiembre de 2018). Obtenido de efectos del mercurio en la salud precauciones y tratamiento: <https://www.meditip.lat/vida-saludable/efectos-del-mercurio/>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2017). Efectos en la salud por la exposición al mercurio. 02/12/2018, de Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos Sitio web: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-en-la-salud-por-la-exposicion-al-mercurio>.
- Alfonso V. Botello Susana Villanueva F. (2017). Metales pesados en la zona costera del Golfo de México y Caribe Mexicano: Una revisión. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 8, 15.
- Argota, G., González, Y., Argota, H., Fimia, R., Iannacone, J., Desarrollo y bioacumulación de metales pesados en *Gambusia punctata* (Poeciliidae) ante los efectos de la contaminación acuática. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* [en línea] 2012, 13 (Sin mes): [Fecha de consulta: 21 de agosto de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63624365020>>.ISSN
- Arredondo, (2015). *El río Cutzamala a su paso por Pungarabato, Guerrero*. Recuperado el 21 de agosto de 2018, de <http://vamonosalbale.blogspot.com/2015/07/el-rio-cutzamala-su-paso-por.html>
- Bacher, (2018). Métodos de análisis del agua de la EPA para metales pesados. obtenido de <https://www.geniolandia.com/13142377/métodos-de-análisis-del-agua-de-la-epa-para-metales-pesados>.
- Bastarrechea, C.; Pérez, A.; González, M.; Rodríguez, F. y Alfayate, J. (2003) Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química. Thomson Editores Spain. España. Pág. 31 – 293.
- Borja, (2013). Región Tierra Caliente. obtenido de <http://esrtierracaliente.blogspot.com/>.
- Dekker, M. 1992. Heavy metals. In: Toxic metal chemistry in marine environments. SADIQ. New York. 390 pp
- Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud. (2011). Preguntas frecuentes: el mercurio y la salud. 02/12/2018, de Organización Mundial de la Salud Sitio web: [http://www.who.int/phe/chemicals/faq\\_mercury\\_health/es/](http://www.who.int/phe/chemicals/faq_mercury_health/es/)
- Guevara, J. 1995. Toxicología médica clínica y laboratorio. Editorial Interamericana McGraw Hill. España. 737 pp.
- Guevara, J.(b) 1995. Toxicología médica clínica y laboratorio. Editorial Interamericana McGraw Hill. España. 737 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Y Geografía, Ed... (2005).
- Järup, L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*. Gran Bretaña. Pág. 167 – 182.
- Luna et al., (2002). Citado por Rodríguez Amador,monks,G.Pulido Flores ,J.C. Gaytán Oyarzun , C.Romo Gómez y Violante Gonzales .Metales pesados en el pez dormilator latifrons y agua de la laguna de tres palos ,guerrero, mexico .Obtenido de file:///C:/Users/ci/appdata/local/packages/microsoft.microsoftedge\_8wekyb3d8bbwe/tempstate/downloads/53630-152073-1-pb%20(1).pdf.
- M., J. J. (2016). *El Cutzamala está en riesgo por fugas y contaminantes*. Recuperado el 21 de agosto de 2018, de <http://www.milenio.com/estados/el-cutzamala-esta-en-riesgo-por-fugas-y-contaminantes>.
- Mancera y Rodríguez (2016). Resolución 776 DE 2008. (Marzo 3). Diario Oficial No. 46.923 de 6 de marzo de 2008. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL.
- Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993, (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1-1993, bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. 10/12/2018, de norma oficial mexicana nom-027-ssa1-1993, bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Sitio web: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/027ssa13.html>
- Organización Mundial de la Salud (2017). El mercurio y la salud obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>.
- Organización Mundial de la salud, (2018).
- Salazar, A. (2007). *Cutzamala, en riesgo por contaminación*. Recuperado el 21 de agosto de 2018, de <https://agua.org.mx/cutzamala-en-riesgo-por-contaminacion/>.

# Conocimiento y educación como propulsores de transformación en el contexto de la economía sostenible

Espín Oleas María Elena<sup>1</sup>, Vallejo Chávez, Luz Maribel<sup>2</sup>; Gavilánez María Isabel<sup>3</sup>

## **Resumen:**

**La presente investigación analiza el profundo vacío y la carencia de un sentido significativo existencial de una inadecuada política educativa que supera la brecha entre educación, tradicionalismo y globalización que ha traído como consecuencia una producción extensiva no intensiva. Los procesos de transformación económica desde la base del conocimiento y la educación son significativos convirtiendo a la educación en un eje transversal, buscan un nuevo principio regulador entre racionalidad global técnica instrumental e identidad cultural. La misma tiene un enfoque cualitativo, como parte de una investigación acción donde se aplica los métodos de análisis y síntesis; los resultados de la misma permiten se tienen resultados favorables en economía sostenible, ya que las personas se preocupan por el agotamiento de los recursos de la tierra que favorece cambios asequibles y eficientes, introduciendo innovaciones inspiradas en la naturaleza para combatir el consumismo entendiéndose el gasto excesivo, superfluo, innecesario, anti ecológico e injusto, en el que se forman las preferencias y las necesidades haciendo posible reducir significativamente nuestra huella ecológica, concluyendo que las sociedades con más conocimiento y educación aportan favorablemente al cambio de una economía sostenible.**

**Palabras claves: Educación, Economía, Sostenible.**

## **Introducción:**

El profundo vacío psicosocial y la carencia de un sentido significativo existencial de una inadecuada política educativa que supere la brecha entre educación, tradicionalismo y globalización ha traído como consecuencia una producción extensiva no intensiva. El objetivo de esta investigación es analizar que el conocimiento y la educación económica para un crecimiento sostenible, donde se demuestre desde los datos de investigación acción que la educación y el conocimiento serán el propulsor para favorecer estos cambios sostenibles, asequibles y eficientes, introduciendo innovaciones inspiradas en la naturaleza para combatir el consumismo entendiéndose el gasto excesivo, superfluo, innecesario, anti ecológico e injusto, no puede plantearse como una decisión individual solo puede ser modificando el marco político estructural en el que se forman las preferencias y las necesidades haciendo posible reducir significativamente nuestra huella ecológica, demostrando con que las sociedades con más conocimiento aportan favorablemente a este cambio y las menos preparadas y consumistas al contrario detienen el progreso de una economía sostenible. Afirmando que el ecosistema y la naturaleza suministran recursos que son sumamente necesarios para la vida del ser humano y también de otros seres vivos, por lo que es necesario conservarlos y cuidarlos.

"El crecimiento de la integración de las economías de todo el mundo mediante el comercio y los flujos financieros, el desplazamiento de la mano de obra y la transferencia de conocimientos tecnológicos a través de las fronteras internacionales y sus efectos culturales, políticos y medioambientales". (Gestiopolis, 2017). Según (Hernández, 2016) afirma que en la actualidad existe un consenso ideológico sobre el vencedor, en la lucha ideológica entablada en los últimos cincuenta años entre el capitalismo y el socialismo, en este caso la democracia liberal y la de libre mercado ha provocado. En este sentido (Flores, 2016), mantiene que la globalización bajo la influencia de la vertiente económica nace con el comercio internacional y se fue expandiendo hasta producir la movilidad de los factores de producción en el mundo, redimensionando la distribución geopolítica de los factores de producción en el mundo. La globalización económica identificada con la racionalidad mercantil conde el pasado histórico en nombre de un futuro más promisorio, llamado modernidad. (Gago, 2014)

---

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: helenmaryesp@yahoo.es

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:luz.vallejo@epoch.edu.ec

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: jewelmarygv@yahoo.com



La educación juega un papel fundamental en la economía, influye en el avance y el progreso de la sociedad, promueve conocimientos, además la educación enriquece a la cultura, los valores y todo eso que caracteriza a los seres humanos, en concordancia con lo que refiere (Pimentel, 2017), que la educación es la formación práctica y metodológica que se le da a una persona en vías de desarrollo y crecimiento. También es un proceso mediante el cual al individuo se le suministran herramientas y conocimientos esenciales para ponerlos en práctica en la vida cotidiana.

Desde la base teórica las autoras se identifican con la frase *"La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo"*. (Mandela, (1918-2013)), la cual deja claro que el conocimiento y la educación son el propulsor de transformación para lograr una economía sostenible.

**Análisis y Métodos:**

La presente investigación se sustenta con un enfoque cualitativo, en los niveles exploratorios descriptivos con una metodología de análisis y síntesis que permita identificar la importancia de la educación y el conocimiento para garantizar una economía sostenible.

Al contemplar el objetivo de desarrollo económico se contempla precisamente el bienestar del ser humano inmerso en un ambiente integral donde cuente con educación, salud, vivienda y un empleo bien remunerado. Los estudios señalan que para incrementar la productividad y mejorar el desempeño del mercado laboral, se requiere aumentar el nivel educativo y reducir la informalidad que representa uno de los mayores males de una economía. (B, 1997)

Es importante señalar que un mayor gasto público no garantiza necesariamente una mayor calidad en la educación que pueda ser traducida en mejor desarrollo económico; de hecho, los países de América Latina no aprovechan al máximo lo que gastan. (V, 2002). Si la educación hace que los hombres sean más productivos podemos ver en la educación un medio para adaptar la mano de obra a las nuevas exigencias de la tecnología, resulta fácil concebir que la educación contribuye al desarrollo económico mediante la valorización del aporte del factor trabajo, en este sentido (Muñoz, 2010) sostiene que la experiencia mundial muestra la existencia de una estrecha correlación entre el nivel de desarrollo de los países, en su sentido amplio, con la fortaleza de sus sistemas educativos y de investigación científica y tecnológica. Según estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2015), un año adicional de escolaridad incrementa el PIB per cápita de un país entre 4 y 7%.

La educación es muy importante en la economía ya que contribuye a lograr sociedades más justas, productivas y equitativas, mejora el crecimiento económico del país, creando más oportunidades económicas para las personas y entre países. (Lopez H. , 2001) sostiene que para alcanzar el éxito en la innovación, se necesita a las personas, del conocimiento de la tecnología y de la gestión estratégica. La innovación como la función del conocimiento y la tecnología en las nuevas plataformas, productos y servicios, orientada a la creación del valor. Por su parte (Arriaza Ibarra, 2008) mantiene que la gestión es el conocimiento está en toda la cadena del valor y como tal favorece la innovación con el desarrollo de nuevos productos. (Barnett, 2001) habla sobre el papel del capital humano y de las personas en la promoción de innovación en empresas y países es clave, como también es el establecimiento del marco político, para que estas se desarrollen, en este sentido (Muñoz, 2008) nos dirige a una economía basada en el conocimiento, los cambios estructurales, políticos y económicos afecta no solo a los tejidos empresariales si no a la sociedad en su conjunto la sociedad del conocimiento.

El conocimiento previo de las empresas de manufactura según la organización, para el desarrollo económico y la forma como aprovechar nuevas oportunidades con la economía y el conocimiento contribuyen a una economía sostenible, como lo demuestran algunos países como Singapur, Austria y Noruega que a corto plazo han priorizado el desarrollo del medio ambiente ya que la educación marco el inicio del cambio en aras del cuidado ambiental.

Singapur
<b>Antecedentes</b>
En 1965 Singapur era como cualquier otro país en desarrollo
Carente de saneamiento adecuado y desempleo, era el paraíso de la contaminación
Se necesitó un cambio de mentalidad basado en un enfoque diferente, según su Ministro de Medio Ambiente y Recursos Hídricos de Singapur Masagos Zulkifli
<b>Enfoque</b>
Enfoque ha sido construir una ciudad habitable y sostenible, a través de una política pragmática basada en sólidos principios económicos y científicos

A través de	
la planificación a largo plazo y la implementación efectiva; y la capacidad de movilizar el apoyo popular para el bien común	
Actualmente	
Es uno de los 5 países que más aplican políticas para proteger sus entornos naturales	Mediante el cálculo de 20 indicadores independientes a través de áreas como la calidad del aire, la agricultura, el clima y la energía.
Cuarto lugar de los países más eficientes en el cuidado medioambiental con una puntuación de 81,78.	Por el <i>Eviromental Performance Index</i>
El gasto público en 2017 en Singapur alcanzó el 17,69% del PIB un total de 51.272 millones de euros; dedicó a educación un 19,96% de su gasto público, a sanidad un 13,56% y a defensa un 17,2%.	
Singapur comúnmente se posiciona entre los países con mejor desempeño y logros en el área de la educación	A través de los Rankings medidos por el programa de la OCDE para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA)
Mejor educación superior del mundo	Según el último Informe de Competitividad Global elaborado por el Foro Económico Mundial.

Cuadro 1: Singapur y la economía sostenible en relación a la educación y el conocimiento.

Austria	
Características del Sistema Educativo	
Austria es bastante conocida principalmente por su sistema educativo, el cual involucra la universidad pero también a las carreras dictadas, y que colocan a este país como uno de los primeros y más populares que posee un sistema educativo innovador, tal como ocurre con carreras como la medicina.	
La educación en Austria es de muy buena calidad y es gratuita	
El 85% de los adultos de 25 a 64 años han terminado la educación media superior, cifra mayor que el promedio de la OCDE de 74%.	
En términos de calidad de la educación, el estudiante promedio obtuvo un resultado de 492 puntos en lectura, matemáticas y ciencias	En el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) de la OCDE
Austria, según los últimos datos publicados, dedicó a <u>educación</u> un 10,7% de su gasto público, a <u>sanidad</u> un 14,93% y a <u>defensa</u> un 1,44%	
Características del Sector Ambiental	
La Educación Ambiental comenzó a implantarse en Austria a mediados de los años sesenta	
. En 1984 se crea un grupo de trabajo en Educación Ambiental, que reunía a todos los ministerios con competencia en el tema ambiental, con la finalidad de proteger al medio ambiente austriaco	
Ha establecido zonas ambientales en los seis estados federales, por lo que:	Se han reducido las emisiones y los contaminantes atmosféricos a medio y largo plazo Se ha fomentado el uso de vehículos nuevos y eficientes energéticamente y los vehículos viejos y contaminantes han sido gradualmente excluidos del tráfico
Austria es un ejemplo de desarrollo económico basado en energía renovable.	
<i>Existe la Red Informática de Control del Aire de Viena</i>	
La energía de la biomasa lleva más de tres décadas funcionando en este país con una fantástica eficiencia del 90%.	
Ocupa el octavo lugar de los países más eficientes en el cuidado medioambiental con una puntuación de 78,32	<b>Según:</b> los puntajes generales del <i>Eviromental Performance Index</i> en una escala de 0 a 100

Cuadro 2: Austria y la economía sostenible en relación a la educación y el conocimiento

NORUEGA	
Características del Sistema Educativo	
Todos los niveles educativos son gratuitos tanto para los nacidos en el país como para los alumnos extranjeros	
El sistema educativo noruego está considerado como uno de los mejor evaluados por las pruebas PISA.	
Destacándose en Matemática.	

El sistema educativo se basa en valores muy claros con una profunda raíz humanista, que implican el respeto a la dignidad humana, a la naturaleza, la libertad intelectual, la igualdad, la solidaridad.	
El principio el sistema educativo de Noruega es: “educación para todos	
<b>Características del Sector Empleo</b>	
En términos de empleo, cerca del 74% de las personas de 15 a 64 años de edad en Noruega tienen un empleo remunerado	cifra mayor que el promedio de la OCDE de 67% y una de las tasas más altas en la Organización
<b>Energía</b>	
En el año 2018 Noruega logró entre 100 a 98 % de producción limpia	
De 2% a 4 % proviene energía eólica, solar y bio-energía.	
Está impulsando el transporte verde	
Ocupa el décimo lugar de los países más eficientes en el cuidado medioambiental con una puntuación de 78,04.	<b>Según:</b> los puntajes generales del Environmental Performance Index en una escala de 0 a 100
En la Cumbre del Clima de la ONU de Nueva York en 2014 Noruega se compromete a evitar y prohibir, a través de las políticas de contratación pública, cualquier producto de su cadena de suministro que contribuya a la tala de árboles.	
Combate la deforestación a través de una donación	<b>Cuántía de:</b> mil millones de dólares a Brasil, el país sudamericano logró en 2015 reducir la deforestación en un 75%.
El país decide abandonar de forma total y absoluta la explotación y distribución de combustibles fósiles y gas para dedicarse sólo a producir energía de forma sostenible.	

Cuadro 3: Noruega y la economía sostenible en relación a la educación y el conocimiento

Además, se puede acotar información de Holanda:

HOLANDA	
Características Principales	
* Patrimonio Cultural Desde 1997 por la UNESCO	
* Está entre los líderes mundiales en coches eléctricos per cápita	
* El cuarto país del planeta en tener alrededor de 100.000 unidades de coches eléctricos en las carreteras.	
Plan en proceso	
El país pretende prohibir la venta de coches que funcionen con energía derivada de combustibles fósiles a lo largo de la próxima década y que todos los vehículos en circulación en 2025 se alimenten de energías verdes	
Iniciativa	Inversión
Ha programado una iniciativa para triplicar su capacidad de energía eólica para el año 2020	3 billones de dólares

Cuadro 4: Holanda y la economía sostenible en relación a la educación y el conocimiento

La innovación, investigación, educación o formación son elementos y claves del crecimiento, TIC, conocimiento y actividad económica que está en correspondencia con lo que menciona (Arriaza Ibarra, 2008) sobre la facilidad de producción, que nos lleva a una agrupación de la producción del conocimiento muy interesante para nuestros objetivos Polanyi (1978) y Nonaka (1991) se trata de la distinción entre la producción del conocimiento explícito, observable o codificable del conocimiento tácito o implícito, el conocimiento es importante para las personas inactivas. (Reig Martínez, 2017). El crecimiento de los países está basado en la economía y el conocimiento se ha demostrado que en los países que involucran más educación y conocimiento despuntan con una economía mejorada y sostenible.

### Discusión y Resultados

El ser humano es parte del medio en donde vive, se encuentra ligado a él usando sus recursos para poder satisfacer sus necesidades, además se establecen pautas para su valoración y cuidado. El ambiente está formado por elementos naturales y a su vez por artificiales, químicos, físicos, biológicos, correspondientes interrelaciones y actividades

sociales culturales (SERRATO, 2016). La contaminación es la presencia de sustancias o elementos dañinos para el agua, aire y suelo, perjudicando principalmente la salud de los seres vivos y el ambiente. Si en un medio o vectorial ambiental es decir agua, aire y suelo se contamina por sustancias material, energía en forma de ruido, calor entre otros provocando afectos negativos en él (Malagón, 2011).

Las características que conforman la base de la economía sustentable son:

- Protege la biodiversidad: Mantiene a salvo la biodiversidad existente en nuestro planeta, lo cual no es tarea fácil debido a que existen elementos externos que afectan este hecho, como los cambios climáticos o el calentamiento global.
- Utiliza adecuadamente los recursos: Generalmente utiliza recursos renovables, es decir, aquellos que se pueden restaurar mediante un proceso natural.
- Aumenta la calidad de vida social: Toma en cuenta el hecho de que todos los seres humanos deben vivir en un ambiente lo más sano posible, lo cual aumenta notablemente la calidad de vida.
- Influye en las comunidades: El desarrollo sostenible anima a las comunidades regionales a participar en la labor de cuidar y proteger el medioambiente como el medio más importante de vida.
- Desarrolla tecnologías limpias: Incorpora en la sociedad la tecnología que no es contaminante al medioambiente
- Cuida el agua: Implementa sistemas de tratamiento y almacenamiento de agua a fin de conservar su pureza e importancia.
- Promueve el reciclaje: Esta tarea representa una mejora notable si se promueve en toda la sociedad a fin de no hacer más daño al medioambiente.
- Preserva los ecosistemas: Busca desarrollar las actividades económicas en cuestión preservando el cuidado de todos los seres vivos.

Para alcanzar el desarrollo sustentable económico se debe:

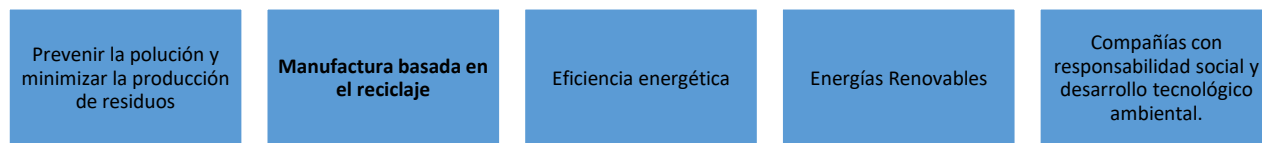


Figura 1: Componentes para alcanzar el desarrollo sustentable

Las autoras mantienen que se debe tener presente los componentes para alcanzar el desarrollo sustentable, en el que las economías modernas el conocimiento se ha convertido en uno de los factores más importantes de la producción. Las sociedades que más han avanzado en lo económico y en lo social son las que han logrado cimentar su progreso en el conocimiento, tanto el que se transmite con la escolarización, se genera a través de la investigación, de la educación, la ciencia y la innovación tecnológica dependen, cada vez más, la productividad y la competitividad económicas, así como buena parte del desarrollo social y cultural de las naciones teniendo al conocimiento como recurso de importancia progresiva, para hacerlo al igual que hemos visto la noción del conocimiento como recurso reproducible u observable con la aplicación económica del saber que concuerda con lo que expresa (Barcelo Llauger, 2001) sobre la era de la información del conocimiento y la economía, de la colaboración y aprendizaje hay un futuro clave para la organización basado en conocimiento, que pasa necesariamente, por la innovación y la flexibilidad en las relaciones de trabajador y empresas, pero también hay un futuro del desarrollo y crecimiento para los países y las regiones, para la sociedad del conocimiento y su relación con la economía tanto en el ámbito de las organizaciones como de las sociedades a través de este enfoque, empresarial y económico, político.

#### Comentarios Finales:

El conocimiento propone reducir la diferencia de los países en desarrollo frente a los desarrollados, a de la educación que tiene una función prioritaria en la producción de recursos humanos ya que el capital humano es el factor clave en el desarrollo de los pueblos. La función de producción presenta la relación que se establece entre la cantidad de insumos y factores intervinientes para producir un determinado bien, teniendo en cuenta la calidad del mismo. Los economistas ponen atención en la manera en que las instituciones educativas seleccionan las entradas y la manera en que utilizan los insumos específicos para obtener un determinado producto. Ferreyra, (2009)

El rendimiento alcanzado en el trayecto educativo depende de la interacción de numerosos factores, entre los que se consideran: las experiencias pasadas que sirven de soporte para la construcción de nuevos aprendizajes. El desarrollo de habilidades innatas a las que hay que sumar la influencia que puede ejercer el grupo familiar y el contexto geográfico y socio-cultural, en la formación de cada individuo como un producto acabado para insertarse activamente al mundo del trabajo de la cultura, de la investigación científica y ser agente de desarrollo económico sustentable para sí mismo y para la sociedad.

Los procesos de transformación económica desde la base del conocimiento y la educación son significativos convirtiendo a la educación en un eje transversal, buscando un nuevo principio regulador entre racionalidad global técnica instrumental e identidad cultural y psicológica (mediante la integración de nuevas esferas de desarrollo del potencial humano aun inexploradas por la educación, ya que vivimos en un mundo globalizado en el cual debemos esforzarnos cada día por tener una sociedad mejor, el aprendizaje se convierte en un medio por el cual los hombre podemos llegar a mejorarnos y a desarrollar una economía sostenible como es el caso de países como como Singapur, Austria y Noruega que a corto plazo han priorizado el desarrollo del medio ambiente ya que la educación marco el inicio del cambio en aras del cuidado ambiental.

### Conclusiones:

El Conocimiento y educación son los propulsores de la transformación como hemos visto que permiten lograr una economía sostenible, la tarea de los países es a largo plazo y sin desmayar no se trata de invertir más sin optimizar los recursos empleados en lo que ha educación se refiere necesitamos avanzar hacia un conocimiento y educación consiente con el medio ambiente, responsable que amalgame en las personas una conciencia que garantice el abastecimiento de recursos naturales a corto y largo plazo pensando en las generaciones futuras, la equidad social y al mismo tiempo las ganancias económicas.

### Referencias:

- 1.Arriaza Ibarra, K. (2008). *tic en la economía del conocimiento*. madrid: economista 2008.
- 2.Baglietto, A. (2006). *una economía hacia el conocimiento*. mexico: españa.
- 3.Barcelo,Llauger, M. (2001). *hacia una economía del conocimiento*. madrid: pricewaterhouseoopers.
- 4.Barnett, R. (2001). *los límites de la competencia y conocimiento*. españa: academia.edu.
- 5.Berumen, S. (2008). *la economía del conocimiento*. madrid españa: editorias economista 2008.
- 6.Barea, J. (2002). efectos económicos de la globalización.
- 7.Brunner, J. (n.d.). perspectivas desde el siglo xxi”, perspectivas. 14.
- 8..B, S. (1997). *la educacion como potencial*. buenos aires: santillana.
- 9.Carnoy.M. (2006). *economía de la educacion*. barcelona : ouc.
- 10.Carnoy.M. (2006). *economía de la educacion*. barcelona : uoc.
- 11.Ferreya, H. (2009). *la economía y la funcion*. obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1668-87082010000100006](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1668-87082010000100006)
- 12.Flores, M. (2016). *la globalización fenómeno político, econñomico y social*.
- 13.Gago, V. (2014). *la razón neoliberal : economías barrocas y pragmática popular*. buenos aires: tinta limón.
- 14.Gestiopolis. (2017). *la globalización comercial mundial*. retrieved from <http://globalizacioncomercialmundial.blogspot.com/2017/04/globalizacion-economica.html>
- 15.Hervás, V. (2009). *materiales plásticos. medioambiente*.
- 16.Latrubesse, D. (2004). *economía mundial*. en v. r. jesús, *globalización, conocimiento y desarrollo: la nueva economía global del conocimiento, estructura y problemas. tomo i* (pág. 139). mexico: editorial miguel ángel porrúa
- 17.Malagón, e. (2011). *medio ambiente y contaminación. principios básicos*.
- 18.Marshall. (2009). reseña de la economía. en f. peck, *historia económica mundial* (pág. 39). lima: la bisagra.
- 19.Fernandez, M. (2005). *hacia una economía basada al conocimiento*. cuba: ciencias sociales 2005.
- 20.Muñoz, P. (2008). *economía del conocimiento y la innovacion*. españa: 2008.
- 21.Pino, A. (2010). el pensamiento económico en la antigüedad clásica. en a. p. pino, *economía general* (pág. 22). firmas press.
- 22.Páez, g. h. (2001, 05 01). *teoría de la intervención del estado en la economía*. retrieved from <https://www.gestiopolis.com/teoria-de-la-intervencion-del-estado-en-la-economia/>
- 23.Québueno. (2015, febrero 10). *lo que la globalización afecta a la economía*. retrieved from <https://www.quebueno.es/blog/lo-que-la-globalizacion-afecta-a-la-economia>
- 24.Rouco Yañez, a. (2002). *economía agraria*. murcia: isbs.
- 25.Sanchez, c. (2008). *economía del conocimiento y la innovacion*. españa: piramide 2008.
- 26.Zorrilla Arena, s. (2004). *como aprender economía*. mexico.: limusa s. a.

# Primeros Auxilios Psicológicos para la intervención en víctimas de desastres naturales

<sup>1</sup>José Suriel Espinoza Arana, Dra. Marcela Patricia del Toro Valencia,

**Resumen**—El término Primeros Auxilios Psicológicos (PAP) alude a la intervención psicológica en víctimas en el momento de una crisis. En el ámbito de la psicología, crisis se refiere a un momento de la vida caracterizado por la ruptura del equilibrio adquirido previamente y por la necesidad de convertir los esquemas de comportamiento acostumbrados y que ya no lo son para afrontar la situación presente por otros que permitan que los individuos se adapten a la nueva situación. Cuando los seres humanos se enfrentan a desastres naturales, entendidos como un evento en conjunto de eventos causados por la naturaleza (huracanes, terremotos, inundaciones, etc.) durante el cual hay pérdidas humanas, heridos, destrucción de bienes, interrupción de procesos socioeconómicos y daños en la salud mental. El objetivo del presente trabajo fue llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre los Primeros Auxilios Psicológicos y sus principales funciones como una estrategia de la intervención psicológica en situaciones de crisis como lo son los desastres naturales. Los resultados arrojan que los PAP son una herramienta psicológica inicial viable para intervenir con víctimas de desastres naturales para coadyuvar en la supervivencia y paliar los efectos psicológicos de este tipo de fenómenos. Se concluye en la importancia de los Primeros Auxilios Psicológicos para tratar a las víctimas por los efectos psicológicos generados por los de desastres naturales para que logren reincorporarse a su vida cotidiana de una manera bien adaptada y saludable.

**Palabras clave**—primeros auxilios psicológicos, desastres naturales, crisis, intervención, víctima.

## Introducción

Los desastres naturales pueden parecer sucesos repentinos y atroces en la vida cotidiana del ser humano, asimismo pueden causar un sinnúmero de repercusiones hacia los afectados, tales como pérdidas humanas y materiales, heridos, destrucción de bienes, interrupción de procesos socioeconómicos y daños en la salud mental. Mediante la presente investigación se realiza un acercamiento analítico hacia dicha problemática observada enfocándose en los aspectos emocionales y daños psicológicos posibles de las víctimas de desastres de este tipo. La investigación se encamina hacia la intervención psicológica en víctimas de desastres naturales mediante los Primeros Auxilios Psicológicos (PAP).

Respecto a las situaciones de crisis que desatan los desastres naturales en las víctimas, los profesionales que las atienden muestran normalmente una gran preocupación por la salud y el bienestar a nivel físico, pero no es común que se tomen en cuenta las necesidades de las personas afectadas de tipo emocional. Es por ello que la problemática aquí abordada se enfoca en este tipo de atención de primeros auxilios.

Se considera indispensable que los profesionales que atienden a personas en tales crisis y en dichas circunstancias deben de tomar en cuenta, además de la salud física de los afectados, la salud mental y la crisis emocional que los desastres naturales pueden provocar en las personas.

El objetivo del presente trabajo fue llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre los Primeros Auxilios Psicológicos y sus principales funciones como una estrategia de la intervención psicológica en situaciones de crisis como lo son los desastres naturales dado que es una problemática que no está debidamente divulgada o generalizada hacia las personas profesionales que suelen atender a este tipo de víctimas.

Se considera que este tipo de atención primaria es indispensable y necesaria para que las víctimas puedan superar de la manera más adecuada su situación de crisis y que no afecte en otros rubros de su vida en el largo plazo.

En ocasiones, es muy fácil hacerse una idea general de los terremotos, por ejemplo, del sacudimiento de la tierra durante minutos o segundos interminables, lo que no es tan fácil de imaginar es que, los que experimentan de primera mano un desastre como este pueden estar sometidos, además de dolor físico agudo, a traumas emocionales capaces de destruir parcialmente la concepción del mundo que las víctimas podrían haber tenido.

---

1 José Suriel Espinoza Arana. (autor corresponsal).Terminó sus estudios en Psicología en la Facultad de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México [psic.suriel@gmail.com](mailto:psic.suriel@gmail.com)

2 La Mtra. Marcela Patricia del Toro Valencia es Profesora de la Facultad de Psicología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y candidata a Doctora en Ciencias de la Educación, México [didáctica.marcelad@gmail.com](mailto:didáctica.marcelad@gmail.com)



### **Descripción del Método**

El método utilizado para la elaboración de la presente investigación fue una revisión bibliográfica de los principales aspectos de la intervención psicológica en crisis, específicamente en crisis ocasionadas por desastres naturales, como terremotos, inundaciones, huracanes, etc. Además, se utilizan diversas fuentes bibliográficas que recopilan diversos modelos de intervención en crisis que son útiles para demostrar la necesidad de los PAP en afectados de desastres naturales ya que son diversos modelos que abordan la misma problemática desde puntos de vista distintos, lo que provoca la generación de un común denominador, el cual es la necesidad de entrenamiento de este tipo y la importancia de los PAP enfocados en los aspectos mencionados.

### **Desarrollo**

Es pertinente comenzar por describir el concepto de crisis para que se analice desde una idea general de a lo que una víctima puede estar expuesta y las consecuencias potenciales de sufrir sucesos como algún desastre natural. Una crisis se puede definir como un estado temporal de trastorno y desorganización, caracterizado principalmente por una incapacidad del individuo para manejar situaciones particulares utilizando métodos acostumbrados para la solución de problemas, y por el potencial para obtener un resultado radicalmente positivo o negativo.

El estado de crisis es efímero, casi siempre se manifiesta por un suceso que lo precipita, en este caso el precipitante es el desastre natural. La resolución final de la crisis depende de numerosos factores, que incluyen la gravedad del suceso desastre natural y la gravedad de las afectaciones físicas o materiales del mismo, recursos personales del individuo, por ejemplo, la fuerza del yo, alguna experiencia con crisis anteriores, y los recursos sociales del individuo. Todo esto debe tomarse en consideración al momento de aplicar los PAP por el profesional. (Slaikau, 1996)

Una de las características más arrolladoras de los desastres es que pueden afectar a mucha gente al mismo tiempo. Cientos de personas pueden morir y dejar a muchos con el enfrentamiento de las pérdidas. El potencial de la crisis surge en los días inmediatamente posteriores, o en algunos casos, en las horas posteriores en las que los individuos tratan de enfrentarse a sus pérdidas.

Cabe mencionar que, los desastres naturales son inesperados en la mayoría de las ocasiones, por ende, estos tienen el potencial de precipitar una crisis, de desatar ese estado de desorganización y de incapacidad para salir adelante, como se suele decir y con el daño probable en el largo plazo.

Los síntomas persistentes después de pasada la fase inicial de la crisis, presentes en diversos estudios de caso, pueden ser: ansiedad continua, fobias, depresión creciente, utilización de estimulantes y depresores como tabaco o alcohol, pérdida de interés en las relaciones sexuales, búsquedas recreativas y sociabilización en general. Además de los efectos de larga duración que son, entre otros, sentimiento de culpa y vergüenza por haber sobrevivido, duelo no resuelto por la pérdida de seres queridos, sentimientos de desesperanza y falta de sentido en la vida y confianza disminuida. (Slaikau, 1996)

Derivado de lo anterior se puede inferir que los PAP deben ir en función del tratamiento inmediato de la crisis en cuestión para evitar las posibles repercusiones que de ella deriven. Es preciso señalar que la intervención psicológica no va a ser afrontada de igual forma que una intervención psicológica tradicional. En el momento de prestar los PAP, quien lo haga debe conocer que las técnicas de la terapia tradicional, en ocasiones más amables, no siempre son suficientes para abordar de la mejor manera la crisis en cuestión, la capacidad para resolver de manera adecuada las distintas manifestaciones e interacciones que las víctimas puedan presentar, en respuesta de aquellas acciones que los profesionales realicen para el apoyo y bienestar de las mismas, no siempre está presente en dichos profesionales, sin importar la experiencia clínica que puedan tener.

Se trata de propiciar una situación de seguridad psicológica que permita superar de manera inmediata la crisis a la que las víctimas se enfrentan en el momento de la situación crítica.

Aquel profesional que preste los servicios de los PAP debe tener conciencia de que, aunque su percepción de sí mismo es la de un individuo no amenazador que desea ayudar a otros, algunas personas en crisis pueden considerarlo una amenaza muy real y su respuesta puede ser susceptible a variaciones que no ayuden a superar el momento de crisis.

La problemática es si esos profesionales o asistentes en los PAP están preparados para ayudar a las víctimas a protegerse a sí mismos contra efectos peligrosos de las crisis, lo mismo que para movilizar recursos hacia el aprovechamiento de las oportunidades para el cambio constructivo. (Everstine, 2000)

Como se menciona a lo largo del texto, en muchas situaciones de emergencia en las que puede encontrarse una persona, los profesionales que la atienden muestran una gran preocupación por la salud y el bienestar a nivel físico, pero no a sus necesidades de tipo emocional.

La intervención psicológica en las crisis se orienta hacia la expresión de los sentimientos y experiencias internas de la persona que se relacionan con el evento que provoca el desajuste, además, facilita la elaboración del duelo ante la pérdida, en ocasiones de bienes materiales, pero en otros casos ante la irreparable pérdida de un ser querido. Es fundamental entender que un desastre natural presenta pérdidas de estos tipos, pero además es un factor inesperado en la mayoría de los casos, lo que provoca una crisis aún más profunda que una situación de pérdida que las víctimas ya pudieran esperar.

Algunos estudiosos sostienen que “la meta terapéutica mínima de la intervención es la resolución psicológica de la crisis inmediata y el restablecimiento del nivel de funcionamiento inmediatamente anterior al periodo crítico; la meta máxima sería mejorar el funcionamiento de la persona sobre el nivel anterior a la crisis.” (Estrada, 1994)

Cabe agregar que, a diferencia de un tratamiento tradicional, la intervención en la crisis es un tratamiento que requiere mayor habilidad, sobre todo para crear un ambiente óptimo de comunicación con los afectados.

Este ambiente debe facilitar, de acuerdo a Estrada (1994):

- a) La libertad de expresión por parte de la persona en crisis,
- b) La aceptación de la persona y su situación,
- c) La expresión de la capacidad para escuchar de manera empática,
- d) La búsqueda de soluciones realistas, y
- e) la expresión natural de afecto y cercanía.

(Estrada, 1994)

Por otro lado, la historia de la evolución del hombre está llena de desastres naturales que han cobrado víctimas humanas y materiales, se ha demostrado que no solamente afecta económica, social y físicamente un territorio sino a quienes se convierten en víctimas sobrevivientes de estos eventos inesperados.

Como se menciona anteriormente, un desastre es entendido como un evento causado por la naturaleza, tales como terremotos o huracanes, o por actividades humanas como accidentes de tráfico o incendios, durante el cual existen pérdidas humanas y materiales; además, este tipo de emergencias suelen sobrepasar la capacidad de respuesta local o el apoyo se enfoca en lo físico y no en lo emocional, como se ha demostrado.

Los desastres naturales de gran magnitud, también llamados catástrofes deben cumplir ciertos requisitos para llamarse de esa manera, principalmente con 4 criterios.

- a) haber cobrado 10 o más vidas,
- b) haber afectado a 100 o más personas,
- c) haber obligado a declarar estado de emergencia, y
- d) haber obligado a solicitar apoyo internacional.

(Marín, 2010)

Se ha dicho que los eventos catastróficos por lo inesperado y sorpresivo de su ocurrencia son sucesos que tienen la propiedad de desatar crisis y gran sufrimiento humano, es por eso que la psicología, debe dedicar parte de su trabajo a la atención de las víctimas de los desastres y en algunas ocasiones a la preparación de las personas en caso de que se vean expuestas a estas situaciones y sobre todo a la divulgación de la importancia del apoyo psicológico en crisis. Es fundamental que las personas, afectadas o profesionales que asistan en PAP, entiendan la importancia de la salud emocional en estas situaciones de crisis, en medida de lo posible.

Esto no supone que los estudios psicológicos en la materia no existan, más bien que no se divulgan lo suficiente, por ende, se disminuyen las probabilidades de mejorar la eficacia de los tratamientos posteriores al desastre.

Aunque no es cien por ciento probable que todas las víctimas de desastres sufrirán psicopatologías, la atención en primeros auxilios psicológicos y la intervención con terapias centradas en el trauma son una tarea indispensable para disminuir el impacto del desastre.

Por su parte (Marín, 2010) expone en su recopilación de estudios de caso y modelos de intervención, que

“...algunas de las consecuencias psicológicas encontradas posterior al desastre aéreo ocurrido en 1996 en Sao Paulo, en la que fallecieron 99 personas, síntomas como disturbios en el sueño, irritabilidad, hostilidad en las relaciones con los otros y explosiones de rabia, dificultades en la concentración, hipervigilancia, desconfianza, sensación de inseguridad, respuestas exageradas a los estímulos del ambiente y en general varios síntomas que coinciden con los de los traumas. De igual manera, afirma que los síntomas posteriores a un desastre son concomitantes con la ansiedad y la depresión.”

Cabe agregar, que se proponen diversos modelos de intervención que pueden ser aplicables en estas situaciones. El primero, de tres niveles:

- i. restauración del dominio y funcionamiento cognitivo de las emociones,
- ii. restauración del funcionamiento de las instituciones sociales y comunitarias, y
- iii. facilitar el reconocimiento cognitivo de lo que acontece.

El segundo, también de tres niveles:

- i. Gestión del riesgo que incluye atención en salud a las personas y atención en salud al medio ambiente,
- ii. Fase de sostenibilidad en salud física, social y mental,
- iii. Fase de estabilización en la que se decide cómo continuar con las acciones de atención y reconstrucción.

El tercero, de 5 niveles:

- i. Difusión, que consiste en poner en conocimiento de la comunidad afectada la disposición del servicio de atención psicológica,
- ii. Apoyo social, cuyo objetivo es la identificación de las personas que están en riesgo de desarrollar alguna psicopatología y remitirlos a la unidad médica psiquiátrica,
- iii. Manejo médico general, en el que se estabilizan los síntomas psicológicos invalidantes, se realiza el diagnóstico psiquiátrico y se remite a psiquiatría si es pertinente,
- iv. Manejo psiquiátrico general, en este nivel se profundiza en la intervención psiquiátrica y se realiza a manos de expertos, las técnicas más utilizadas para este nivel son las cognitivo-conductuales, y
- v. Manejo psiquiátrico por expertos, este nivel incluye la administración de fármacos, teniendo en cuenta que este es el último recurso para la atención y debe hacerse en centros especializados en Trastorno por Estrés Post Traumático

(Marín, 2010)

Sin profundizar en más modelos o en estos mismos, se puede observar que la intención de ellos es que las víctimas de estos desastres cuenten con la ayuda necesaria para mantener un nivel emocional óptimo que les permita afrontar su situación de crisis de la mejor manera, esto con el objetivo de que no tengan afectaciones a corto y largo plazo derivadas de su crisis que puedan entrar en conflicto con su desarrollo personal y su salud mental en general.

Los modelos son un referente que se debe de considerar por cualquier profesional que asista en PAP cualquier afectado bajo su supervisión. Si bien no deben ser aplicados al pie de la letra, si deben fungir como una guía práctica que coadyuve a gestionar la crisis de la víctima para que no sufra afectaciones permanentes en su salud mental.

### **Comentarios Finales**

En este trabajo investigativo se estudió la importancia de los Primeros Auxilios Psicológicos en situaciones de crisis derivadas por desastres naturales. Se menciona que es de vital importancia la ayuda e inmediata intervención psicológica ante la urgencia a víctimas y personas afectadas en las situaciones abordadas, empleando diferentes estrategias para así ofrecer la mayor contención posible.

La intervención es fundamental en la prevención del desarrollo de los distintos trastornos, pues aunque no se presenten de forma inmediata, existe la probabilidad de que la catástrofe sirva como desencadenante a largo plazo de alguna psicopatología o también puede ocurrir que las personas afectadas por dicha catástrofe incrementen el uso de sustancias nocivas para su salud en un afán de controlar sus emociones, lo que a la larga afectaría el afrontamiento de su crisis.

Se ha mencionado que una mala gestión en cuanto al afrontar dichas crisis derivan en daños a la salud mental de las víctimas en distintas medidas, distintos trastornos pueden derivar de una mala o nula atención psicológica, logrando afectar a las personas y a quienes las rodean en gran magnitud. Cabe mencionar que es pertinente que exista una buena gestión de los PAP porque se disminuyen los riesgos ante la crisis que las personas ya de por sí afectadas por las situaciones de catástrofe experimentan. Esto quiere decir que se va a buscar disminuir el resultado perjudicial que derive de la catástrofe por se.

La importancia de los PAP y su correcta gestión debe surgir, incluso, de su correcta divulgación. Es necesario que se propague este tipo de información porque se le suele dar prioridad a las afectaciones físicas o materiales que derivan de las catástrofes muchas veces sin observar las afectaciones mentales o emocionales que las víctimas sufren. Es deber de los profesionales estar debidamente entrenados e informados en este tipo de problemáticas que ayudan a una mejor gestión social y que contribuyen a la salud mental de las personas a largo plazo incluso en situaciones de catástrofe.

Es difícil predecir un desastre natural, es por ello que la medida correcta no es buscar prevenirlo, sino estar debidamente preparado para gestionar la crisis que derive de él.

### **Bibliografía**

- Estrada, J. F. (1994). *INTERVENCIÓN EN LAS CRISIS: Manual para el Entrenamiento*. México, DF: Plaza y Valdés Editores.
- Everstine, D. S. (2000). *PERSONAS EN CRISIS: Intervenciones terapéuticas estratégicas*. México, DF: PAX México.
- Marín, C. P. (2010). Atención Psicológica Postdesastres: Más que un "Guarde la Calma". Una Revisión de los Modelos de las Estrategias de Intervención. *Terapia Psicológica*.
- Núñez, D. (2004). *PRIMEROS AUXILIOS PSICOLÓGICOS Y EMOCIONALES*. Argentina: Bomberos Voluntarios.
- Slaikue, K. (1996). *INTERVENCIÓN EN CRISIS Manual para práctica e investigación*. Manual Moderno.

# BENEFICIOS OBTENIDOS DE UTILIZAR LA VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES EN LAS UNIVERSIDADES

M.S.C. Ramiro Esquivel Durán<sup>1</sup>, M.S.C. David Ochoa del Toro<sup>2</sup>, M.S.C. Daniel Rosales Díaz<sup>3</sup>, Mirón M.C. Igmaz Salazar Rodríguez<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente artículo muestra los beneficios obtenidos de haber aplicado dicha tecnología a favor de la educación en la Universidad Tecnológica de Torreón, se puede demostrar el impacto que tiene en los alumnos el poder generar estos ambientes reales de trabajo de una forma virtual. Se muestran los resultados de 1 año de tener esta tecnología a favor de los alumnos y poder concentrar todos los proyectos realizados por la carrera de sistemas y darlos a conocer a empresas para que muestren interés en los proyectos realizado por nuestros alumnos.

Se puede concluir que la virtualización de servidores hoy en día es una herramienta muy poderosa para las universidades y su crecimiento tecnológico ya que no solo se puede aplicar para el proceso educativo si no que también en lo administrativo de la universidad.

**Palabras clave**—Servidor, Virtualización, Universidad, Tecnología, Empresas.

## Introducción

Desde que se ha utilizado el uso de la virtualización en la Universidad Tecnológica de Torreón en la carrera de TICS se ha logrado que los alumnos puedan tener su espacio en un servidor para que puedan subir sus practicas al internet, de esta manera los alumnos estarán trabajando en un ambiente mas real al cual se van ha enfrentar el día que acudan a una empresa a realizar sus practicas o por trabajo.

Para llevar a cabo toda la infraestructura requerida se tuvieron que realizar varias cosas desde instalaciones físicas hasta configuraciones en los equipos además de adecuaciones necesarias para el acceso al servidor desde internet.

Se demuestra que materias fueron beneficiadas con el servidor para que se lleven de una forma mas practica, fortaleciendo el punto de la educación basada en competencia en el área de TICS que nos dice que debe ser un 70% de practica y un 30% teórico ayudando a que cumpla dicha meta.

Podemos ver los logros obtenidos durante un 1 año del uso del servidor por parte de los alumnos y maestros de la Universidad Tecnológica de Torreón.

## Descripción del Método

Para llevar a cabo la instalación del servidor se realizó un investigación para ver que tipo de servidor se debería utilizar para el uso de la virtualización, la conclusión nos llevó a que se adquiriera un servidor de tipo rack modelo: PowerEdge R730 Server , Intel Xeon , la Figura 1 muestra el equipo adquirido



Figura 1 Servidor de rack

En la instalación física del servidor se adquirió 1 UPS para dar soporte a la corriente necesaria al servidor y así protegerlo ante picos o caídas de corriente, para la configuración del servidor se asignó una IP Publica la cual

<sup>1</sup> Ramiro Esquivel Durán es Profesor de Tiempo Completo de Universidad Tecnológica de Torreón , Coahuila.  
[resquivel@utt.edu.mx](mailto:resquivel@utt.edu.mx) , [05cg0052@itsnecg.edu.mx](mailto:05cg0052@itsnecg.edu.mx)

<sup>2</sup> David Ochoa del Toro es Profesor es Profesor de Tiempo Completo de Universidad Tecnológica de Torreón , Coahuila.  
[dochoa@utt.edu.mx](mailto:dochoa@utt.edu.mx)

<sup>3</sup> Daniel Rosales Díaz Mirón es Profesor de Tiempo Completo de Universidad Tecnológica de Torreón , Coahuila.  
[drosales@utt.edu.mx](mailto:drosales@utt.edu.mx)

<sup>4</sup> Igmaz Salazar Rodríguez es Profesor es Profesor de Tiempo Completo de Universidad Tecnológica de Torreón , Coahuila.  
[isalazar@utt.edu.mx](mailto:isalazar@utt.edu.mx)

esta redireccionada a un Radio modelo Linksys' E8350 AC2400 Dual-Band, es aquí donde llevó acabo la configuración de tablas de routeo para darle acceso al servidor.



Figura 2 Router

En la virtualización de los servicios se dio a la tarea de instalar un “Hypervisor” el cual se eligió Vmware ESXi 6.5 por cumplir con los requerimientos necesarios para la administración de equipos virtuales, para instalar VMware vSphere Hypervisor (ESXi) es necesario descargar una imagen del SO del sitio oficial [www.vmware.com/latam.html](http://www.vmware.com/latam.html), grabar la imagen en un cd para su posterior uso en la instalación en el equipo físico.

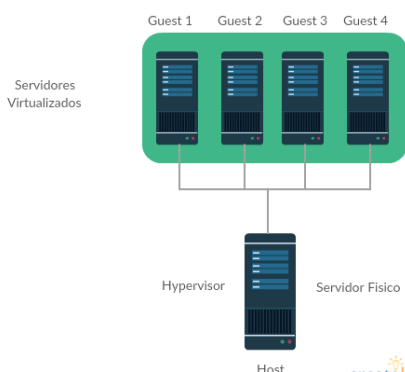


Figura 3 Instalación del Servidor ESXi



Figura 4 Hypervisor

En la Figura 4 Hypervisor se muestra como trabaja este tipo de tecnología la cual permite virtualizar los sistemas operativos a utilizar en el servidor, en un maquina virtual se instaló centos-web panel el cual permite administrar el servidor virtual creado en el Hypervisor.

En la Figura 5 web panel centos podemos observar que se tiene el control y seguridad de los servicios utilizados por los alumnos “http, ftp, ssh, correo, base de datos”.

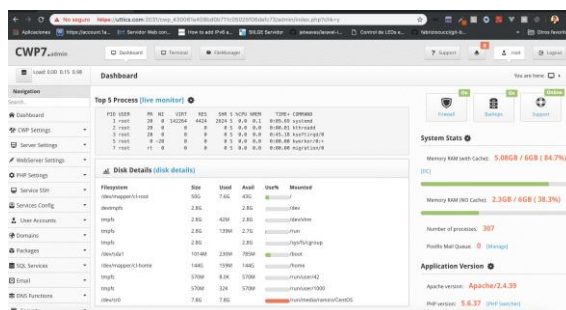


Figura 5 web panel centos

Con el Hypervisor podemos tener la administración de todas las maquinas creadas y tener un screenshot programado en situación de riesgo en las que debemos restablecer la maquina para lograr tener en un máximo funcionamiento nuestros servicios, que son utilizados por los alumnos de la universidad, la Figura 6 Maquinas virtuales muestra un listado de los equipos.



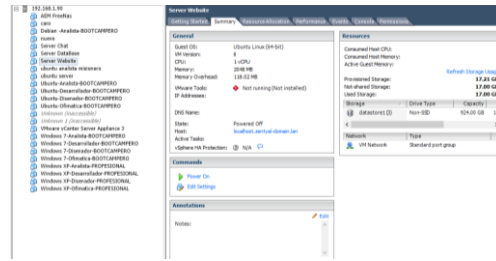


Figura 6 Maquinas virtuales

Se logró construir un sistema capaz de automatizar el proceso de creaciones de cuentas de los sitios hospedar para los alumnos ya que se contempla que se requiere un sitio para cada alumno, para hacer esta tarea mas ágil y poder darles soporte a todos los sitios se ha creado esta herramienta útil.

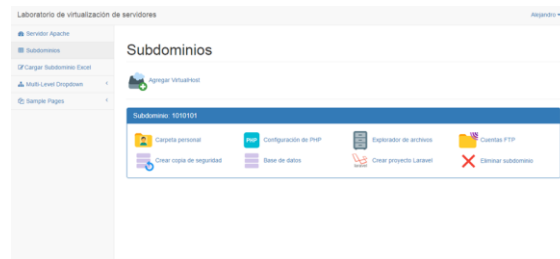


Figura 7 Plataforma creada

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Se ha logrado que 2 Generaciones de la carrera de TICS utilicen esta metodología de enseñanza la cual ha reflejado una motivación mayor por parte de los alumnos al ver que su trabajo se pueda ser visible para cualquier empresa interesada, se ha logrado montar una infraestructura física como de software, se ha logrado tener la adquisición de los equipos necesarios para llevar a cabo el proyecto gracias a la beca obtenida por PRODEP. La Figura 8 Diagrama de Instalación representa el diagrama y la infraestructura realizada para contar con el proyecto.

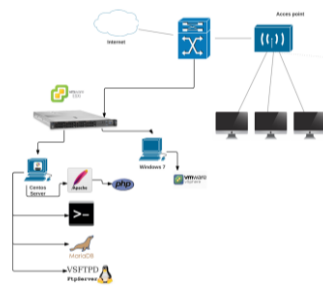


Figura 8 Diagrama de Instalación

#### Conclusiones

Hacer uso de la tecnología para la educación es un punto fundamental para que el alumno al salir de la institución este mejor preparado y poder brindar esa experiencia de trabajo desde la escuela que lo formo, el utilizar esta metodología de enseñanza ayuda a que el alumno egresado de la carrera de TICS tenga esa confianza de

trabajar con equipos costosos y rompa ese miedo que a muchos egresado por ser su primer trabajo le da, generando la confianza que logrará que nuestros alumnos salgan y destaquen de otros alumnos de otras universidades.

Poder demostrar que es lo que realizan un Ing. en sistemas es demasiado difícil ya que lo que se realiza no es tangible y es por esto por lo que en ocasiones es difícil saber si la persona es productiva con su trabajo, gracias al servidor instalado a disposición de los alumnos podrán demostrar los conocimientos aprendidos durante su estancia en la universidad y ser públicos para que una empresa los pueda ver y solicitar información de los proyectos creados por los alumnos.

El uso de la virtualización es necesaria para poder obtener el mejor rendimiento a los servidores, trabajar con la virtualización de SO nos ofrece la capacidad de ahorrar costos, compatibilidad de programas, entornos de prueba, aislamiento, seguridad, flexibilidad y agilidad. Contar con el uso de la virtualización es necesario e indispensable para cualquier carrera enfocada al desarrollo web y uso de servidores como medio de prácticas.

### *Recomendaciones*

Se ha recomendado mejorar el hardware del servidor para poder contemplar y sostener todos los proyectos logrados por los alumnos y hacerlos públicos para que los empresarios y la misma institución tenga y muestre resultados de los trabajos realizados por los alumnos, y así demostrar que es lo que puede lograr hacer un técnico o Ing. de la Carrera de TICS de la Universidad Tecnológica de Torreón.

### **Referencias**

- Jeanna Neefe, M. (2007). Quantifying the Performance Isolation Properties of Virtualization Systems.
- Singh, A. (5 de 2004). An Introduction to Virtualization. Recuperado el 2014, de <http://www.kernelthread.com/publications/virtualization/>
- Ventresco, J. (2013). Implementing VMware. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- VMware, I. (2007). Workstation User's Manual. Obtenido de [http://www.vmware.com/pdf/ws6\\_manual.pdf](http://www.vmware.com/pdf/ws6_manual.pdf)
- VMware, I. (2013). VMware vSphere Hypervisor (Based on VMware ESXi) – VMware. Obtenido de <http://www.vmware.com/products/vsphere-hypervisor/>
- VMware, Inc. (8 de 2012). VMware virtualiza el centro de datos con vCloud Suite 5.1. Obtenido de <http://www.dataprix.com/noticias-it/tendencias-tecnologicas/cloud-computing/redaccion-dataprix/vmware-virtualiza-centro-datos-vcloud-suite-51>

### **Notas Biográficas**

El **M.S.C Ramiro Esquivel Durán** es profesor de tiempo completo la Universidad Tecnológica de Torreón de la carrera de TICS en Torreón Coahuila terminó sus estudios en la Maestría de Sistemas área Ing. de Software en el Instituto Tecnológico de la Laguna, ha Trabajado para la Red Nacional de Mujeres, integrante del cuerpo académico llamado Desarrollo de Software Orientado a la Inteligencia de Negocios.

El **M.S.C. David Ochoa del Toro** es profesor de tiempo completo la Universidad Tecnológica de Torreón de la carrera de TICS en Torreón Coahuila terminó sus estudios en la Maestría de Sistemas área Ing. de Software en el Instituto Tecnológico de la Laguna, ha realizado proyectos con la Agencia Espacial Mexicana como líder de proyecto, responsable del cuerpo académico llamado Desarrollo de Software Orientado a la Inteligencia de Negocios.

El **M.S.C. Daniel Rosales Díaz** es profesor de tiempo completo la Universidad Tecnológica de Torreón de la carrera de TICS en Torreón Coahuila terminó sus estudios en la Maestría de Sistemas área Ing. de Software en el Instituto Tecnológico de la Laguna, ha realizado proyectos para Agencia Espacial Mexicana como colaborador, integrante del cuerpo académico llamado Desarrollo de Software Orientado a la Inteligencia de Negocios.

El **M.C. Igmaz Salazar Rodríguez** es profesor de tiempo completo la Universidad Tecnológica de Torreón de la carrera de TICS en Torreón Coahuila terminó sus estudios en la Maestría de Ciencia computacionales en el Instituto 18 de Marzo, ha realizado proyectos involucrado con la Agencia Espacial Mexicana como líder de proyecto, integrante del cuerpo académico llamado Desarrollo de Software Orientado a la Inteligencia de Negocios.

## Preparación de materiales tipo MCM41 puro y modificado con hafnio

Dr. Heriberto Esteban Benito<sup>1</sup>, Dra. María Isabel Arregoitia Quezada<sup>2</sup>, Dr. Ricardo García Alamilla<sup>3</sup>,  
Dr. Guillermo Sandoval Robles<sup>4</sup>, Dra. Claudia Esmeralda Ramos Galván<sup>5</sup> y Dra. Ana Beatriz Morales Cepeda<sup>6</sup>

**Resumen**—En este trabajo se reporta la preparación de dos materiales con base en óxido de silicio mesoporoso tipo MCM41 puro y modificado con 3.6% mol de hafnio. El arreglo estructural característico de la MCM41 se corroboró mediante difracción de rayos X a bajos ángulos. No obstante, el material modificado con hafnio presentó un amplio pico a 1.5-3° en la escala 2-theta, indicando la formación de un arreglo hexagonal poco ordenado. El área específica del material modificado fue de 780 m<sup>2</sup>/g con diámetro de poro de 17 Å. La máxima fuerza ácida se incrementó de -42 mV del material puro a 321 mV de la MCM modificada. Por otra parte, en la descomposición del etanol, el material tipo MCM41 resultó inactivo a las condiciones de reacción ensayadas, pero con el material con Hf, la descomposición del etanol se produce con una conversión del 50% y selectividad a etileno y éter di-etílico.

**Palabras clave**— óxido de silicio mesoporoso, hafnio, MCM41, deshidratación de etanol.

### Introducción

Los silicatos mesoporosos se han estudiado con gran énfasis en los últimos años debido en parte a sus excelentes propiedades texturales. Sin embargo, una desventaja importante es su pobre acidez que limita su uso como soporte de metales nobles o catalizador. Materiales como MCM41, MCM48 SBA-15 y SBA-16 son óxidos de silicio mesoporosos con elevada área específica, pero con nula acidez. No obstante, con la introducción de metales de transición en la estructura del silicato se genera cierto grado de acidez asociado con la naturaleza de los enlaces químicos del metal y de la sílice (Du et al 2006). Entre los principales iones metálicos estudiados se encuentran el Ti, Zr, Al, W, Mo y Cr, pero poco se ha estudiado sobre el efecto de la introducción de hafnio en la estructura de un silicato mesoporoso (Wang et al 2011). El óxido de hafnio es estable térmica y mecánicamente, siendo su mayor aplicación en el desarrollo de microdispositivos electrónicos y tiene buena compatibilidad con el silicio (O'Dell et al 2008). Además presenta características similares al óxido de circonio, que en años recientes ha sido el catalizador ampliamente usado en reacciones catalizadas por sitios ácidos.

En este trabajo se reporta la preparación de óxido de silicio mesoporoso tipo MCM41 modificado con hafnio, determinando su acidez mediante una valoración potenciométrica con n-butilamina y el efecto de ésta en la actividad catalítica, específicamente en la descomposición de etanol.

### Descripción del Método

#### Preparación de los materiales

Óxido de silicio mesoporoso tipo MCM41 modificado con hafnio se preparó de acuerdo a lo reportado por Spherian et al (2006). El Óxido de silicio mesoporoso (SiO<sub>2</sub>) se preparó mezclando bromuro de cetil trimetil amonio (CTABr) y agua destilada; homogenizada la mezcla, se adicionó la cantidad necesaria de Na<sub>2</sub>O<sub>7</sub>Si<sub>3</sub> (Aldrich 98%) manteniendo a temperatura ambiente y agitación constante por 4 horas, en este punto el pH se ajustó a 9. El sólido resultante se lavó, se filtró y se secó a 80°C por 48 horas. El polvo seco se calcinó en aire a 600°C por 6 horas. El material modificado con Hf se preparó adicionando una solución de HfCl<sub>4</sub> en la cantidad necesaria para obtener 3.6% de Hf, justo en el momento del ajuste del pH. El sólido resultante se lavó, se filtró y se calcinó de forma similar al SiO<sub>2</sub>, el material resultante se denominó Hf/SiO<sub>2</sub>.

#### Caracterización de los materiales

La caracterización estructural de los materiales se determinó mediante DRX a bajos ángulos en un difractómetro Siemens D5000. Las propiedades texturales en un equipo Quantacrhome Autosorb-1. La fuerza máxima de los sitios ácidos se determinó mediante titulación potenciométrica con n-butilamina. Ambos materiales

<sup>1</sup> Dr. Heriberto Esteban Benito es Profesor de Licenciatura en el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Veracruz.

<sup>2</sup> Dra. María Isabel Arregoitia Quezada es Profesora de Licenciatura en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas.

<sup>3</sup> Dr. Ricardo García Alamilla es Profesor de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas.

[rgalamilla\\_itcm@aol.com](mailto:rgalamilla_itcm@aol.com) (autor correspondiente)

<sup>4</sup> Dr. Guillermo Sandoval Robles es Profesor de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas.

<sup>5</sup> Dra. Claudia Esmeralda Ramos Galván es Profesora de Licenciatura en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas.

<sup>6</sup> Dra. Ana Beatriz Morales Cepeda es Profesora de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas.

se evaluaron en la descomposición de etanol a 300°C y presión atmosférica en un sistema a reacción continua, monitoreada mediante un cromatógrafo Shimadzu-FID equipado con una columna capilar SPB-1.

### Resultados

En la tabla 1 se reportan las propiedades texturales de los dos materiales preparados. El área específica del óxido de silicio es de 820 m<sup>2</sup>/g y el modificado con el hafnio de 782 m<sup>2</sup>/g, ambos materiales son mesoporosos con diámetros de poro de 26 y 20 Å, respectivamente. Adicionalmente, en la tabla 1 se reporta la máxima fuerza ácida (MFA) obtenida mediante titulación potenciométrica con n-butilamina, para esta técnica Pizzio et al (2003) reportaron la clasificación de sitios ácidos de acuerdo a la siguiente escala; sitios ácidos muy fuertes (E > 100 mV), fuertes (0 < E < 100 mV), débiles (-100 < E < 0 mV) y muy débiles (E < -100 mV). Con base en la escala anterior, el SiO<sub>2</sub> tiene sitios ácidos muy débiles y la introducción del hafnio lleva a la generación de sitios ácidos muy fuertes.

Materiales	Área (m <sup>2</sup> /g)	DPP (Å)	VP (cm <sup>3</sup> /g)	MFA (mV)
SiO <sub>2</sub>	820	20	0.74	-42
Hf/SiO <sub>2</sub>	782	26	0.47	321

Tabla 1. Propiedades texturales y ácidas de materiales tipo MCM41 puro y modificado con hafnio. DPP (diámetro promedio de poro), VP (volumen de poro)

En la figura 1 se reporta el patrón de difracción de rayos X a bajos ángulos para el soporte, SiO<sub>2</sub> tipo MCM41 y el material Hf/SiO<sub>2</sub> (Hf/MCM41). El difractograma del SiO<sub>2</sub> muestra una señal a 2.5° característica de materiales mesoporosos con estructura hexagonal, esta señal está asociada con el plano (100) típico de materiales de la familia M41S, particularmente MCM41 (De Souza et al 2011). Por otra parte, el material Hf/SiO<sub>2</sub> muestra esta señal desplazada a 3°, lo cual indica que la introducción del Hf causó el colapso del arreglo hexagonal.

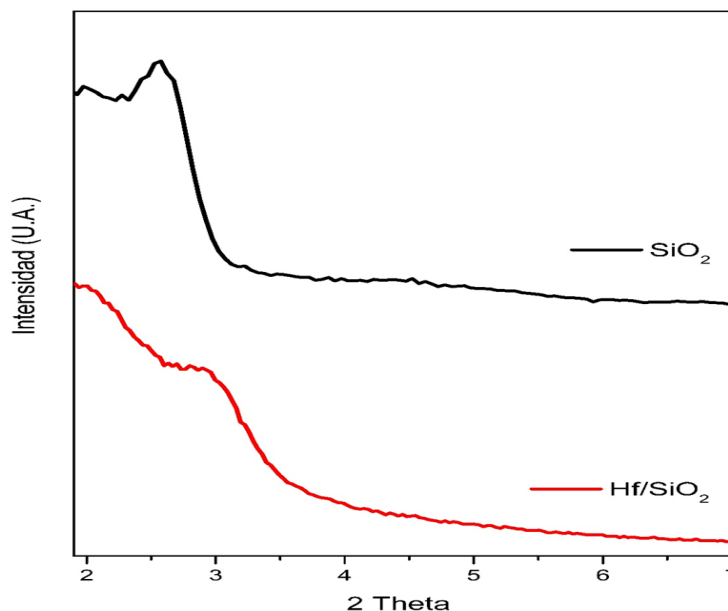


Figura 1. Patrón de difracción de rayos X a bajos ángulos de SiO<sub>2</sub> y Hf/SiO<sub>2</sub>.

En tabla 2 se reportan los resultados de la reacción de descomposición de etanol efectuada a 300°C con ambos materiales preparados. El óxido de silicio, SiO<sub>2</sub> tipo MCM41, fue inactivo a las condiciones de reacción ensayadas, este comportamiento ha sido reportado en la literatura e indica la pobre acidez del material. Sin embargo, la modificación superficial con hafnio crea sitios ácidos, tal como se verificó mediante el incremento de la fuerza de

los sitios ácidos detectado por titulación con n-BTA, este incremento en la MFA es responsable de la actividad registrada en la descomposición del alcohol que alcanzó 50% de conversión. Por otra parte, la distribución de productos pone de manifiesto una distribución de sitios ácidos heterogénea, debido a ello se obtienen etileno y éter di-etílico.

Clave de materiales	% X <sub>A</sub>	% S <sub>E</sub>	% S <sub>ED</sub>
SiO <sub>2</sub>	0	0	0
Hf/SiO <sub>2</sub>	50	86	14

Tabla 2. Resultados de actividad catalítica en descomposición de etanol. X<sub>A</sub> (Conversión), S<sub>E</sub> (selectividad a etileno), S<sub>ED</sub> (selectividad a éter di-etílico)

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

La metodología reportada conduce a la obtención de óxido de silicio mesoporoso tipo MCM41, con resistencia estructural débil. La inclusión del hafnio colapsa parcialmente el arreglo hexagonal del material pero induce a la generación de sitios ácidos fuertes capaces de descomponer etanol en etileno.

#### Agradecimientos

Al apoyo económico otorgado por el Tecnológico Nacional de México al proyecto: “Efecto del hafnio sobre las propiedades térmicas, hidrotérmicas y estructurales del óxido de circonio acidificado” con número TecNM 6684.18-P.

### Referencias

- De Souza Luiz K. C., Pardaui Juliana J. R., Zamian José R., Da Rocha Filho Geraldo N., Da Costa Carlos E. F. “Influence of the incorporated metal on template removal from MCM-41 type mesoporous materials”, *J Therm Anal Calorim*, Vol. 106, 355–361, 2011.
- Du Yunchen, Sun Yinyong, Di Yan, Zhao Lan, Liu Sen, Xiao Feng-Shou. “Ordered mesoporous sulfated silica-zirconia materials with high zirconium contents in the structure”, *J Porous Mater*, Vol. 13, 163–171, 2006.
- O’Dell Luke A, Gunawidjaja Philips N., Holland Mark A., Mountjoy Gavin, Pickup Dave M., Newport Robert J., Smith Mark E. “Characterisation of sol–gel prepared (HfO<sub>2</sub>)<sub>x</sub>(SiO<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub> (x = 0.1, 0.2 and 0.4) by <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, <sup>17</sup>O and <sup>29</sup>Si MAS NMR, FTIR and TGA”, *Solid State Nuclear Magnetic Resonance*, Vol. 33, 16–24, 2008.
- Pizzio R., Vázquez P. G., Cáceres C. V., Blanco M. N. “Supported Keggin type heteropolycompounds for ecofriendly reactions” *Applied Catalysis A: General*, Vol. 256, 125-139, 2003.
- Sepehrian H., Khanchi A. R., Rofouci, M. K., Waqif, H. S. “Non-Thermal Synthesis of Mesoporous Zirconium Silicate and its Characterization” *Journal of the Iranian Chemical Society*, Vol. 3, 253-257, 2006.
- Wang Yuran, Guo Yajie, Wang Guangjin, Liu Yiwu, Wang Fei, “Synthesis, characterization and catalytic activities of bimetallic modified MCM-41 for epoxidation of styrene”, *J Sol-Gel Sci Technol*, Vol. 57, 185-192, 2011.

# DESAFÍOS DE LA EVALUACIÓN PROFESIONAL EN LA FACULTAD DE LENGUAS DE LA UAEMÉX: UNA INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA DE LA EFICIENCIA TERMINAL

Dra. María Estela Estrada Cortés<sup>1</sup>, M. en Ed. Barbara Rose Bangle Villavicencio<sup>2</sup>,  
M. en H.L. José Alfredo Sánchez Guadarrama<sup>3</sup>, Dra. Yolanda Eugenia Ballesteros Sentíes<sup>4</sup>

**Resumen** — Se presenta un diagnóstico de la problemática del bajo índice de eficiencia terminal por parte de los egresados de las licenciaturas en Lenguas y en Enseñanza del Inglés a distancia, de la Facultad de Lenguas de la UAEMéx. Se realizó un análisis estadístico del comportamiento de las modalidades de titulación y sus procesos implícitos: tesis, tesina, ensayo, artículo para publicación, examen general de egreso, memoria de experiencia laboral, reportes de autoempleo profesional y de aplicación de conocimientos. Los hallazgos se centraron en: carencia en la sistematización para la elaboración integral de los trabajos de titulación, así como en la influencia del ámbito laboral de los egresados. Se reportan los resultados cuantitativos y cualitativos iniciales de la investigación como parte del proceso correspondiente de evaluación curricular, así como algunas estrategias viables de solución.

**Palabras clave**— evaluación profesional, modalidades de titulación, educación a distancia

## Introducción

En el marco de los trabajos de reestructuración curricular de la Licenciatura en Enseñanza del Inglés para profesores en activo en la modalidad a distancia (LEI), se inserta el proceso de evaluación curricular. Estos trabajos incluyen una serie de categorías, tales como el análisis de pertinencia y congruencia de los programas académicos antes mencionados con base en la elaboración de un estudio minucioso de las demandas sociales y del mercado laboral. En el proceso se revisa el perfil de los docentes, el sistema de evaluación, los perfiles de los alumnos, así como los servicios y apoyos externos que se le brindan, entre otros aspectos. En fase inicial de la investigación que se reporta, se analizaron los mecanismos de evaluación profesional, sus resultados e impacto en el índice de eficiencia terminal, dada la disminución considerable de éste último en los periodos 2016 y 2017, asociada con índices elevados de deserción y reprobación. Asimismo, se consideró pertinente replantear la reconstrucción epistemológica de la función social de la evaluación profesional de ambos programas académicos en forma colegiada. Del mismo modo, se subrayó la importancia de formar a los futuros profesionales en habilidades de búsqueda, análisis, síntesis y argumentación de información en contextos guiados de elaboración de proyectos de investigación, sin soslayar su vínculo inherente a la evaluación profesional para fines de obtención del título profesional.

## Descripción del Método

### *Contexto institucional*

Una de las principales preocupaciones de las universidades públicas en México es la generación de estrategias que coadyuven al incremento del número de estudiantes que culminen sus estudios de licenciatura a corto plazo y sean acreedores al título profesional, a través de los mecanismos establecidos de evaluación profesional en cada institución. Las opciones que se ofrecen a los estudiantes de la Facultad de Lenguas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx) incluyen: trabajo de investigación con estudio de campo o tesis, trabajo documental o tesina, ensayo, artículo para publicación, memoria de experiencia profesional, reporte de aplicación de conocimientos, reporte de autoempleo profesional, acreditación del Examen General para la Acreditación de la Licenciatura en Enseñanza del Inglés (EGAL-EIN) del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval - México), la titulación por créditos de estudios superiores; esto equivale a la cobertura del 75% de los créditos en un programa de maestría que cumpla con las especificaciones de la legislación universitaria. Es importante

<sup>1</sup>Dra. María Estela Estrada Cortés. PTC e investigadora de la Facultad de Lenguas, Coordinadora de la Lic. en Enseñanza del Inglés. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). [maruestrada2013@gmail.com](mailto:maruestrada2013@gmail.com)

<sup>2</sup> Mtra. Barbara Rose Bangle Villavicencio. PTC, investigadora y Jefa del Departamento de Inglés de la Facultad de Lenguas, UAEMéx.

<sup>3</sup> Mtro. José Alfredo Sánchez Guadarrama. PTC, investigador y actual Director de la Facultad de Lenguas, UAEMéx.

<sup>4</sup> Dra. Yolanda Eugenia Ballesteros Sentíes. PTC e investigadora de la Facultad de Lenguas.



mencionar que en el caso de que un estudiante haya elegido presentar el Examen General para la Acreditación de la Licenciatura en Enseñanza del Inglés (EGAL-EIN), que aplica el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval), y no haya obtenido calificación aprobatoria, está obligado a reiniciar la elaboración de algún proyecto de investigación para titularse mediante alguna opción de trabajo escrito.

### *Marco teórico*

En términos del proceso de evaluación curricular, se parte de la premisa de que un currículo requiere de adecuaciones en la medida de su instrumentación con diferentes generaciones y perfiles por cohorte. De este modo, se consideraron dos modelos de evaluación curricular para la fase diagnóstica de la investigación. El primero es el propuesto por Stufflebeam (1989, en Casarini 2013), el Modelo C.I.P.P. (Contexto, Input, Proceso y Producto), orientado a decisiones de planificación, estructuración, aplicación y reciclaje derivado del propósito central de realizar una reestructuración curricular en los planes de estudio de los programas académicos (PA) antes citados. El segundo acercamiento se sustenta en el Modelo de Evaluación como Investigación de Stenhouse (1987, en Casarini 2013) como proceso integrado e inherente al desarrollo curricular. Ambas aproximaciones se sustentan en el principio de la complementariedad y con base en los elementos de análisis de un dispositivo de formación profesional, propuesto por Yurén (2005), Zanatta (2008) y Zanatta, Yurén y Santos (2011). Derivado del propósito y características de la presente publicación, se presenta exclusivamente lo concerniente al análisis diagnóstico cuantitativo y cualitativo de la evaluación profesional en la Facultad de Lenguas.

### *Descripción metodológica*

El objetivo de la investigación de tipo exploratoria se centró en el diagnóstico de los factores tanto cuantitativos, como cualitativos asociados a la problemática del bajo índice de eficiencia terminal por parte de los egresados de LEI en la modalidad no escolarizada. Se utilizaron diversos instrumentos para la recolección de datos, tales como: cuestionarios a estudiantes, a egresados, docentes, además del análisis estadístico acerca del desempeño en cada modalidad de titulación por periodo escolar. Asimismo, se realizó una entrevista semiestructurada con directores de trabajos de titulación y discusiones con grupos focales para la obtención de los datos cualitativos acerca de la problemática descrita. El estudio cuantitativo comprendió información estadística y gráficos que muestran el tipo de opciones de grado elegidas por los estudiantes, indicando el número y los porcentajes de aprobación para cada uno. El alcance de la investigación consideró los egresados de 2012 a 2018.

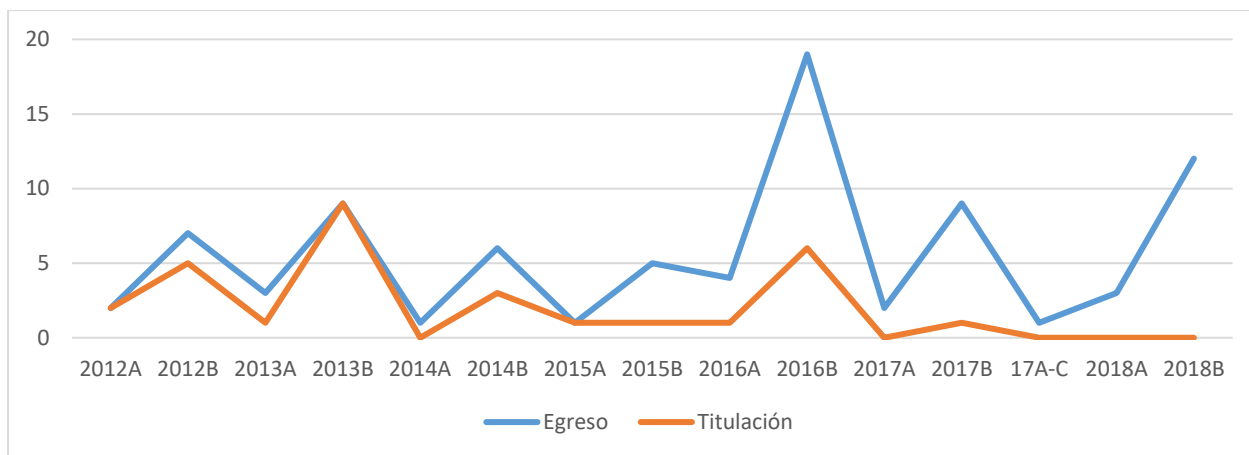
### *Análisis y discusión de resultados*

En primer término se presentan los datos estadísticos de mayor importancia. El primer hallazgo se centró en el análisis de la fluctuación entre el número de alumnos que ingresan al PA y los que permanecen en el mismo. Esto se debe en gran parte a la naturaleza flexible del currículo (Mejía, 2004); toda vez que el alumno puede cubrir la totalidad de créditos en un mínimo de siete semestres y un máximo de 14 semestres, lo que impide la referencia exacta de cohortes generacionales. Por ejemplo, los estudiantes que ingresaron en el semestre 2014 B pueden egresar en el al cierre del periodo 2019A, pero también pueden elegir una trayectoria más prolongado. Además, se detectó que había asignaturas con mayores índices de reprobación que otras, lo cual también se asociaba con los indicadores de promoción y permanencia en los estudios.

Un requisito indispensable para acceder a la evaluación profesional se circunscribe al cumplimiento del requisito de liberar el Servicio Social, lo cual representa un desafío adicional para los alumnos en programas a distancia. En este estudio se detectó que de los 194 alumnos que han concluido el programa, un 32 % de ellos, no podían continuar con su proceso de titulación por falta del cumplimiento del requisito.

Por lo anterior, el estudiante a distancia que tiene la expectativa de cubrir los créditos obligatorios en el currículo para concluir exitosamente el programa de estudios, se percató que ello no es suficiente pues requiere allanar lo conducente al proceso de titulación. En el Gráfico 1 se muestra la información sobre el número de alumnos que se han titulado en el periodo de 2012 a 2018.

Gráfico 1. Indicadores de egreso y titulación por periodo de término



Fuente: Datos estadísticos del Departamento de Control Escolar de la Facultad de Lenguas

Como se mencionó al principio de este artículo la UAEMéx ofrece a sus alumnos varias opciones para el proceso de titulación, desde una tesis hasta la posibilidad de eximirles del examen profesional al demostrar excelencia en el rendimiento de sus estudios con un promedio de 9.0, entre otros requisitos. No obstante, tan sólo 30 egresados de un total de 84 en el periodo que se reporta, lograron conseguir el título profesional. Como se puede apreciar en el gráfico anterior, se registraron periodos escolares en los cuales el índice de titulación fue mínimo o igual a cero.

En el Gráfico 2 se presentan las estadísticas de los alumnos titulados por modalidad, en el cual se observa una clara tendencia prioritaria hacia la opción de Aprovechamiento Académico, con el 70 % de los titulados dentro de esta modalidad en el periodo 2012A – 2018B. A continuación le sigue la opción de elaborar una tesina o trabajo de carácter monográfico con un 22% de los alumnos. La redacción de una memoria de experiencia laboral y la aprobación del examen EGAL-EIN registraron un solo sustentante en cada una.

Gráfico 2. Porcentajes de estudiantes titulados por modalidad Periodo 2012A – 2018B



Fuente: Datos estadísticos del Departamento de Control Escolar de la Facultad de Lenguas

Los datos estadísticos anteriores contribuyeron a orientar la investigación exploratoria al estudio de factores de naturaleza más descriptiva, asociados a la problemática objeto de estudio. En ese sentido y en términos de los resultados cualitativos se encuentra que la Licenciatura en Enseñanza del Inglés, tiene como requisito fundamental de ingreso, el ser maestro de inglés en servicio. De ahí que los alumnos de este PA tienen un rango mucho más amplio de edad que los alumnos de un programa presencial, los cuales en su mayoría, ingresan a éste inmediatamente después de haber concluido estudios de bachillerato. Ello implica que para los estudiantes a distancia ha transcurrido un lapso considerable entre sus estudios del nivel medio superior y la continuación de los mismos a nivel superior. Aunque la experiencia puede tener un impacto positivo en su desempeño en las clases, permitiéndoles establecer una vinculación más tangible entre la teoría y práctica de la docencia, también puede resultar en situaciones desfavorables para el estudiante. Su experiencia pudo haberles reforzado algunas creencias con las cuales difieren de las referencias que establecen el estado del arte en la enseñanza de lenguas (Estrada, 2017).

Un hallazgo importante de las encuestas y grupos focales realizados fue que al ser mayores de edad, la mayoría de los estudiantes de LEI se encuentra en una etapa de formación de una familia, lo cual agrega mayores obligaciones a su actividades cotidianas, lo cual les impide priorizar el estudio y la elaboración del trabajo de titulación. Por ser profesores en activo cuentan con menos tiempo para dedicarse a la elaboración de dicho trabajo, por lo que subestiman la consulta de referencias bibliohemerográficas, indispensables para la construcción del sustento teórico y conceptual del proyecto de investigación. Ellos consideran que pueden sustituir dicha consulta con información anecdótica recuperada de su experiencia empírica. De ello deriva el continuo rechazo de los protocolos de los trabajos de titulación, pues carecen de un marco teórico sólido que aporte la sistematicidad y solidez al proyecto de investigación.

Por otra parte, los resultados recogidos de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los directores de los trabajos de titulación, permitieron identificar los siguientes factores asociados a la problemática objeto de estudio.

1. Los alumnos no cuentan con suficientes competencias de alfabetización académica, ni experiencia para realizar trabajos de redacción con la formalidad de una tesis o tesina. No todos los asesores a distancia exigen desde los semestres iniciales del trayecto de formación profesional, la utilización de citas, ni de referencias (Carlino, 2005 y Castro, 2013).
2. Los seminarios de investigación no les proporcionan la suficiente asesoría concreta relativa a la sistematización y secuencia en la elaboración de los proyectos. Por ejemplo, se solicita a los estudiantes la síntesis de sus referencias, o bien, el diseño de diferentes instrumentos de investigación, sin embargo no se les brinda asesoría sistemática de cómo pueden integrar esos avances en su proyecto. Para cumplir con la entrega de los avances parciales en cada semestre, el alumno tiende a trabajar en temas de escaso interés propio y aparentemente 'fáciles', lo cual promueve que el tema de trabajo carezca de una secuencia sistemática en su elaboración.
3. En el caso de LEI, derivado de impartirse en la modalidad a distancia, hay menor oportunidad de tener contacto con un asesor o director del proyecto o tesis. Fácilmente pueden pasar varias semanas entre la fecha de entregar algún avance al director del trabajo de investigación y recibir sus comentarios.
4. Adicionalmente, el alumno es quien frecuentemente se aleja del asesor una vez concluidos los cursos de Seminario de Investigación. Esto se vincula estrechamente con el ingreso del alumno al ámbito laboral, y en consecuencia deja pasar demasiado tiempo sin retomar su tema o consultar a su director.
5. Para la obtención del título, muchos alumnos ven la posibilidad de titularse bajo la modalidad de aprovechamiento académico, lo cual influye en el esfuerzo mínimo en el cumplimiento de los avances solicitados en los cursos de Seminario de Investigación.
6. Los alumnos retornan a la Facultad de Lenguas cuando se les requiere ostentar un título universitario como requisito de permanencia o promoción en sus trabajos. En esa nueva etapa, el tema original que había trabajado el alumno en el último trayecto de su licenciatura, ya no le interesa, o bien no recuerda por qué era importante y tiene que reiniciar el proceso de elaboración del trabajo escrito, desde la elaboración del protocolo de investigación.

### *Desafíos y estrategias*

Con base en los resultados obtenidos de la fase inicial de la investigación, y con la intención de orientar los esfuerzos a la toma de decisiones conjuntas relativas, por un lado a estrategias de replanteamiento de la planificación del proceso educativo de manera inmediata; y por otro, a la reestructuración curricular sustentada en la investigación colegiada en el mediano plazo, se vislumbran los desafíos y acciones estratégicas siguientes:

- Replantear y articular los contenidos temáticos y unidades de competencia en el área de metodología de la investigación desde los primeros semestres, como eje transversal de formación.

- Fortalecer experiencias de producción oral y escrita relativa a trabajos académicos en las distintas asignaturas, con sustento en estrategias de alfabetización académica en español e inglés.
- Evaluar el impacto de la opción de titulación por aprovechamiento académico como factor asociado a la disminución del desempeño académico en los seminarios de investigación e instrumentar acciones estratégicas correctivas.
- Ampliar los canales de comunicación y oportunidades para establecer contacto directo con el director del trabajo de titulación durante la trayectoria académica y al egreso.

### Conclusiones

En este sentido el Programa Educativo de la Licenciatura en Enseñanza del Inglés para profesores en activo ha cumplido al ofrecer un modelo alternativo a la educación universitaria escolarizada. Sin embargo, los resultados de índice de eficiencia terminal hasta el momento no han cumplido con las expectativas de la institución.

En este trabajo se han señalado algunas de las razones principales detectadas como probables factores asociados a la problemática expuesta. Consideramos que esos factores se vinculan directamente con el bajo índice de trabajos académicos escritos. Asimismo, el hecho de ser alumnos mayores y con experiencia en la docencia les confiere una confianza, a veces equivocada, de sus conocimientos, y consideran que su desempeño académico es sobresaliente, soslayando la importancia de emprender un proyecto de investigación de manera sistemática. Cuando encuentran que no han cumplido con los requisitos de titularse por aprovechamiento académico, ya es tarde para recuperar ese trabajo.

Ciertamente, los resultados reportados son preocupantes para la Facultad y la Coordinación de la Licenciatura en Enseñanza del Inglés, sin embargo con las estrategias instrumentadas en el último año, se están obteniendo resultados iniciales favorables. Cabe resaltar que además de sustentar el proceso de evaluación curricular a través del trabajo de investigación colegiado, se cuenta ahora con un cuerpo de tutores capacitados para trabajar directamente con alumnos de LEI. Ellos ahora proporcionan información pertinente sobre la trayectoria académica deseada, los requisitos para cumplir con el servicio social, seguimiento puntual a su trayectoria y trabajo de titulación, entre otras actividades. Se ha notado un aumento en solicitudes de los egresados por tener apoyo en la realización de sus trabajos académicos de titulación; al tiempo, ha puesto en marcha un programa de seguimiento de egresados. En 2019 se reportaron tres egresados titulados por trabajo escrito y uno más por EGAL-EIN

Se espera que con este esfuerzo de brindar atención puntual a alumnos y a asesores en línea del programa de LEI, se pueda cumplir con una de las funciones primordiales de la educación superior relativa a la respuesta inmediata a las exigencias del entorno socioeconómico, y a la vez, fortalecer al PA como factor de avance y de mejoramiento social.

### Referencias

- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina, S.A.
- Casarini Ratto, M. (2013). *Teoría y diseño curricular*. México: Trillas.
- Castro, A. (coord.) (2013). *Alfabetización académica y comunicación de saberes: la lectura y la escritura en la universidad*. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Estrada, M. (2017). *Dispositivo de formación docente de inglés en la UAEM: hacia la apropiación de un modelo reflexivo*. Tesis doctoral. Toluca: UAEM - Facultad de Ciencias de la Conducta.
- Mejía, A. (coord.) (2004). *Curriculum de la Licenciatura en Enseñanza del Inglés*. Toluca: UAEM – Facultad de Lenguas.
- Yurén, T., Navia, C. y Saenger, C. (coords.) (2005). *Ethos y autoformación del docente: análisis del dispositivo de formación de profesores*. México: Pomares.
- Zanatta C., M.E. (2008). *Formación e identidad del psicólogo en los dispositivos centrados en competencias. Los casos de dos universidades públicas*. Tesis de Doctorado en Educación. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Zanatta C, E., Yurén C., T., Santos L., A. (2011). "La formación en la universidad: tendencias y dispositivos" en *Memoria electrónica del XI Congreso nacional de investigación educativa*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. Recuperado de [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area\\_15/1\\_295.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_15/1_295.pdf)

# PLAN INTEGRAL ESPECÍFICO PARA LA PREVENCIÓN DE INHALACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE AGROQUÍMICOS

Ing. Marco Antonio Estrada Díaz<sup>1</sup>, M. en S.H.O. Juan Jaime Guerrero Díaz del Castillo<sup>2</sup>

**Resumen**—En esta investigación se evalúan los riesgos a la salud por la inhalación de sustancias químicas peligrosas en el área de pesado de materia prima, de una empresa con giro de producción de agroquímicos, en este departamento se manejan 53 componentes químicos, de las cuales 29 son sustancias orgánicas y 24 inorgánicas, 11 de las inorgánicas en forma de polvo son ácidos y bases fuertes que provocan un mayor peligro a la salud por su inhalación, además de su tamaño que van de 0.1 a 25 micras, sus características físico-químicas y el tiempo de exposición, estos son capaces de ingresar al sistema respiratorio y al torrente sanguíneo, causando daños internos en el organismo del trabajador, por lo que se realiza una triada ecológica, una historia natural de la enfermedad, evaluando el periodo pre-patogénico, patogénico, así como la prevención primaria, secundaria, terciaria, los valores límites biológicos de dichas sustancias, así como prevenir los riesgos de daños a la salud de los trabajadores.

**Palabras clave**—Prevención, inhalación, sustancias químicas peligrosas.

## Introducción

Una de las actividades que actualmente tiene gran importancia en México es la agricultura; en el Estado de México, existe una empresa cuyo giro es la producción de mejoradores de suelo (fertilizantes), que son productos agroquímicos que dan soluciones eficientes para los cultivos y las necesidades del campo, dichos productos apoyan a que se activen los nutrientes que están presentes en la tierra de siembra, apoyando la alta capacidad de intercambio de los mismo, así como la capacidad de adherirse a las paredes de las partículas de suelo, lo que da como resultado que la planta absorba los nutrientes que se encuentran en solución en el suelo o adicionados en la fertilización. La aplicación de dichos productos modifica y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo dando una mayor disponibilidad de los micronutrientes que están presentes en el suelo para el desarrollo, mejoramiento y crecimiento de los cultivos.

El área de producción de fertilizantes en polvos, cuenta con 11 trabajadores, el área que es utilizada para el pesado de la materia prima es de aproximadamente de 4 X 3 X 6 metros, el lugar es cerrado, cuenta con una mesa de acero inoxidable con dos básculas, al frente de dicha mesa se encuentran contenedores en un rack de 2 X .60 X 1.40 metros con tres niveles, los contenedores tienen las siguientes medidas: 30 X 50 X 40 cm, y son utilizados como contenedores a granel de las sustancias químicas peligrosas, el área carece de ventilación localizada por lo que la contaminación por dichas sustancias químicas peligrosas es descontrolada.

En dicha área el personal labora un solo turno mixto, el inicio de sus actividades laborales comienzan revisando si en dichos contenedores hay la cantidad suficiente de material, sino lo tienen, lo solicitan al área de almacén para realizar el trasvase de las sustancias químicas peligrosas, en ese momento hay un foco de contaminación debido a que el trasvase es manual y la inhalación de los polvos de las sustancias químicas peligrosas es latente, posteriormente en el vaciado de los materiales al reactor de mezclado es manual y tiene el mismo problema de inhalación de sustancias químicas peligrosas, el área es cerrada y la nube de polvo que se genera en esos procesos queda esparcida y depositada en toda el área de producción.

En esta investigación se evaluarán los riesgos a la salud por la inhalación de sustancias químicas peligrosas, que con base a la norma NOM-010-STPS-2014 Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, realizando el reconocimiento y evaluación de las sustancias químicas peligrosas que se utilizan en el área de producción, ya que por su forma de presentarse, por el tamaño de las partículas, el tiempo de exposición y características físico-químicas al ser inhaladas, pueden ocasionar daños a la salud y que el trabajador presente síntomas agudos, principalmente

<sup>1</sup> Ing. Marco Antonio Estrada Díaz es Maestrante en Seguridad e Higiene Ocupacional en el Departamento de Capacitación y Formación en Seguridad e Higiene, dependiente de la Secretaría del Trabajo del Gobierno del Estado de México. Se desempeña como Segurista e Higienista. [marco.estrada.diaz@gmail.com](mailto:marco.estrada.diaz@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> M. en S.H.O. Juan Jaime Guerrero Díaz del Castillo es profesor de la Maestría en Seguridad e Higiene Ocupacional del Departamento de Capacitación y Formación en Seguridad e Higiene, dependiente de la Secretaría del trabajo del Gobierno del Estado de México. Docente en la Facultad de Química de la UAEMex. [j.guerrerodc44@gmail.com](mailto:j.guerrerodc44@gmail.com)



inflamación e irritación aguda de las mucosas, la piel, ojos y vías respiratorias.

### Descripción del Método.

Las sustancias químicas peligrosas son la primer causa de contaminación laboral, tal como lo establece el Diario Oficial de la Federación (2019) en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014 Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, Reconocimiento, Evaluación y Control, un contaminante del ambiente laboral, son aquellas sustancias o mezclas capaces de modificar las condiciones ambientales del centro de trabajo, que por sus propiedades, concentración, tiempo de exposición o acción, pueden alterar la salud de los trabajadores.

En esta investigación se evalúan los riesgos a la salud por la inhalación de sustancias químicas en forma de polvo, de las cuales se identifican las sustancias que por sus características físico-químicas tienen mayor grado de afección a la salud de los trabajadores, y partiendo del análisis del periodo pre-patogénico, patogénico, prevención primaria, secundaria y terciaria, se podrá diseñar un Plan Integral Específico para la prevención de inhalación de sustancias químicas peligrosas en una empresa cuyo giro es de producción de agroquímicos.

Tal como lo menciona el Manual de Higiene Industrial de MAPFRE (2012), un contaminante químico es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes, o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

En el área de pesado de materia prima y el área de producción de fertilizantes en polvos se labora solo un turno mixto, cuenta con 11 trabajadores y son áreas contiguas, con un área total de 236 m<sup>2</sup> de las cuales para el área de pesado ocupan un espacio de 12 m<sup>2</sup> en la cual hay una mesa de acero inoxidable y tiene integradas dos basculas para pesar las sustancias químicas peligrosas, en la misma área y de frente a la mesa están ubicados los racks en los que están acomodados los contenedores donde se almacenan las sustancias químicas a granel, en ellos se realiza el trasvase cuando se termina el producto, es el primer punto de contaminación con polvos químicos ya que no se cuenta con un sistema de ventilación localizada para extracción de los mismos, posteriormente pasa al área de producción para ser mezcladas, en este proceso se tiene el segundo punto de contaminación ya que tampoco existe un sistema de ventilación que pueda evitar el riesgo de inhalación de las partículas desprendidas del proceso de vaciado de las sustancias químicas peligrosas.



Figura 1 Fotos de la mesa de pesado y contenedores a granel.

Fuente: tomada por el autor, en el área de pesado de materias primas.

Las sustancias químicas peligrosas que se utilizan en la producción son pesadas a granel, son 53 materias primas, de las cuales 29 son sustancias orgánicas y 24 son sustancias químicas inorgánicas, todas ellas en forma de polvo, tal como lo menciona García Guillen, Ma. de Lourdes y Noriega Elío, Mariano (2012) Una epidemia silenciosa, “los polvos inorgánicos se clasifican en metálicos y no metálicos, ocasionan neumoconiosis”.

Cabe señalar que dicha área no cuenta con ventilación general ni localizada y de acuerdo a la manipulación del producto, se desprenden polvos que se mezclan en el ambiente laboral. Las sustancias químicas inorgánicas identificadas son: Ácido bórico, Ácido fosforoso al 98.5%, Borato de sodio, Carbonato de cobre, Cloruro de potasio, Carbonato de calcio, Hidróxido de calcio, Hidróxido de potasio, Nitrato de calcio, Sulfato de zinc, Sulfato de manganeso.

Las características físico-químicas se obtuvieron mediante el número CAS (Chemical Abstracts Service, es un número estandar mundial) que es el identificador de número único, que designa una única sustancia química, y de esta información derivó el pictograma que corresponde a dichas características, normadas de acuerdo al Diario Oficial de la Federación (2019) en la Norma NOM-018-STPS-2015 que nos habla del sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. De ahí podemos identificar las 16 secciones informativas de dichas sustancias en las HDS (Hojas de datos de seguridad), a los que están expuestos los trabajadores.



Por su forma de presentarse son polvos de sustancias químicas peligrosas que por su tamaño va desde 0.1 micra a 25 micras, se convierten en fracciones inhalables y respirables, tal como lo menciona el Manual de Higiene Industrial de MAPFRE (2012), el polvo por su tamaño se clasifica en inhalable: puede penetrar al sistema respiratorio con tamaño menor a 10 micras. Respirable: puede penetrar en los pulmones con tamaño inferior a 5 micras, al mismo tiempo existe el concepto de partículas penetrables: que es la fracción de polvo total que alcanza las regiones no ciliadas de los pulmones y también las partículas que se depositan: que es la fracción de polvo total que sedimenta o queda retenida en las vías respiratorias altas.

En el manejo, uso, transporte, almacenamiento y trasvase de estas sustancias, el trabajador debe cumplir con lo dispuesto en el punto 6.7 de la Norma NOM-010-STPS-2014 que nos habla del uso de equipo de protección personal específico al riesgo químico y conforme a lo dispuesto en la Norma NOM-017-STPS-2008 equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo, con el fin de realizar sus actividades laborales, ya que debido a la forma de presentarse y por su forma de ingreso y efectos en el organismo, la inhalación de sustancias químicas pueden generar signos y síntomas de afección a la salud de los trabajadores, y dependiendo del tiempo de exposición y concentración de dichas sustancias, generar una enfermedad neumoconiótica crónica laboral.

Aunado a lo anterior, cualquier sustancia química suspendida en el ambiente laboral puede ser inhalada, los polvos que se generan del manejo, uso, trasvase de las materias primas pueden ingresar a nuestro organismo, tal como lo menciona Asfahl, C. Ray; Rieske, David W. Seguridad Industrial y Administración de la Salud (2010) “Los polvos se reconocen como partículas sólidas; en términos técnicos, las partículas de polvo miden de 0.1 a 25 micras (0.000004 a 0.001 pulgadas) de diámetro”, solo las que posean el tamaño adecuado, podrán ingresar hasta los alveolos, para esto también influirá su solubilidad en los fluidos del sistema respiratorio en el que se deposita, generando así el comienzo de los síntomas agudos.

En la Tabla 1 se reflejan los tamaños de las partículas de los contaminantes, según la forma de presentarse.

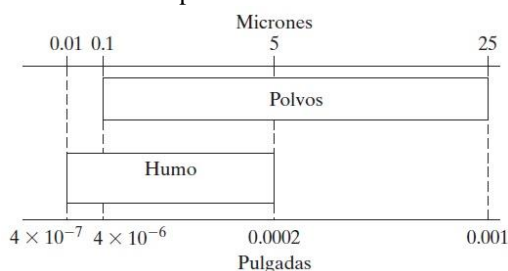


Tabla 1. Comparación del diámetro de las partículas de humo y polvo.

Fuente: elaborada por el autor con metodología del Asfahl, C. Ray; Rieske, David W. (2010) Seguridad industrial y administración de la salud.

La empresa comprometida con el personal que labora en sus instalaciones es de su interés mejorar su seguridad y salud, de tal forma que inicio con un Programa Integral Específico, enfocado al control de las sustancias químicas peligrosas que manejan en su producción, previniendo así la inhalación de las mismas y evitar signos, síntomas y enfermedades que afectan la salud de los trabajadores.

Se realizó de acuerdo a la Norma NOM-010-STPS-2014 el reconocimiento de las sustancias químicas peligrosas ya que es importante para el manejo de cualquier sustancia química o sus mezclas, conocer las cantidades que se manejan, nivel y tiempo de exposición, sus características físico-químicas y su concentración, así como el grupo de exposición homogénea a considerar para el muestreo, que derivado de ello, se compara la concentración media del ambiente laboral de las sustancias químicas peligrosas, con su respectivo valor límite de exposición promedio ponderado en tiempo y ubicar el resultado para la prioridad de muestreo del contaminante.

Otro valor importante y de acuerdo al INSSBT (Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo) en su publicación de Límites Máximos Permisibles de Exposición en España 2018, son “los VLB (valores límite biológicos) son valores de referencia para los indicadores biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos”, estos valores son aplicables a exposición de 8 horas diarias durante 5 días a la semana. En general, los VLB representan los niveles más probables de los Indicadores Biológicos en trabajadores sanos sometidos a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en términos de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del VLA-ED (valor límite ambiental de exposición de corta duración).

En el caso de superar los VLA y VLB el trabajador estaría expuesto a contraer alguna enfermedad, por lo que es importante conocer con anticipación los periodos pre-patogénicos, patogénicos, así como la aplicación de la prevención primaria, secundaria y terciaria. En consecuencia determinar los controles administrativos y de ingeniería







con el fin de prevenir cualquier signo, síntoma o enfermedad de los trabajadores, derivado del desarrollo de sus actividades laborales.

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists por sus siglas en inglés) recomienda la aplicación de valores límite umbral con selección del tamaño de la partícula definiendo tres fracciones de masa particulada: inspirable, torácica y respirable, que se identifican a su vez con las zonas anatómicas del tracto respiratorio.

La inspirable corresponde a aquellos materiales que resultan peligrosos cuando se depositan en cualquier lugar del tracto respiratorio, la torácica: aquellos materiales que resultan peligrosos al depositarse en cualquier parte de las vías respiratorias y la región de intercambio de gases, y la respirable: para aquellos materiales que resultan peligrosos cuando se depositan en la región de intercambio de gases.

Con la información obtenida en el reconocimiento de las sustancias químicas peligrosas, el método de evaluación se realizará con base a la norma NOM-010-STPS-2014 Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, reconocimiento, evaluación y control. En dicho método se obtendrá el listado de las sustancias químicas a evaluar, tomando en cuenta la cantidad de sustancias químicas manejadas por día laboral, el estado en el que se maneja, la toxicidad de la sustancia, vía de ingreso, grado y clasificación de riesgo, categoría de peligro a la salud, volatilidad, su prioridad de muestreo, propiedades físico químicas, tiempo y frecuencia de exposición, uso de equipo de protección personal, determinación de prioridad de muestreo.

Con los resultados de la evaluación y con base a la Tabla 1 de los valores límite ambiental de sustancias químicas peligrosas contaminantes del ambiente laboral establecidos en la Norma NOM-010-STPS-2014 y para fines de identificación basados en la Norma NOM-018-STPS-2015, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en el cuadro 1:

No.	Sustancia	Alteración/ efecto a la salud	Peso Molecular (g/mol)	PPT	CT o P	Pictograma	
1	Ácido bórico	Irritación del tracto respiratorio superior	61.80	2 mg/m3 (I)	6 mg/m3 (I)		
2	Borato de sodio	Irritación del tracto respiratorio superior	381.37	2 mg/m3 (I)	6 mg/m3 (I)		
3	Hidróxido de calcio	Irritación del tracto respiratorio superior, ojos y piel	74.10	5 mg/m3			
4	Hidróxido de potasio	Irritación del tracto respiratorio superior, ojos y piel	56.10		2 mg/m3		

Cuadro 1. Clasificación de las sustancias químicas peligrosas con mayor alteración o efecto a la salud.

Ya con esta información podemos realizar el análisis de la Triada ecológica y la Historia Natural de la Enfermedad, tomando como base los efectos a la salud por la inhalación de polvos de sustancias químicas peligrosas inorgánicas. Neumoconiosis, que se presentan en la Tabla 2, Cuadro 2 y Cuadro 3:

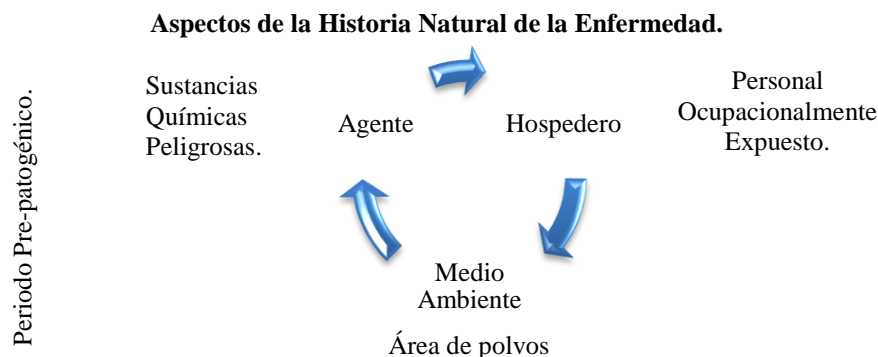


Tabla 2. Triada ecológica de la enfermedad.

Periodo patogénico.

Periodo.	Descripción.
1. Alteraciones Tisulares.	Nódulos constituidos por un centro de fibras colágenas hialinas, rodeada de macrófagos cargados de pigmentos, alveolitis fibrosante o simplemente nódulos de polvo.
2. Signos y síntomas inespecíficos.	Disnea, baja de peso, infecciones frecuentes en vías respiratorias.
3. Signos y síntomas específicos.	Trastornos intersticiales, disnea progresiva, aumento en la fiebre y tos, baja de peso. Dificultad para respirar, sibilancias.
4. Diagnóstico.	Enfermedades Neumoconióticas
5. Complicaciones.	Fibrosis progresiva masiva, tuberculosis pulmonar, cáncer pulmonar, insuficiencia respiratoria, bronquitis crónica, EPOC, infecciones, asma, insuficiencia cardiaca, carcinoma bronquial.
6. Secuelas.	Lesiones bronco-pulmonares.
7. Incapacidad.	Destrucción celular, extirpación de pulmón.
8. Enfermedad.	Insuficiencia respiratoria, Enfermedad Progresiva Obstructiva Crónica, enfisema pulmonar.
9. Muerte.	Muerte.

Cuadro 2. Historia Natural de la enfermedad.

Prevención Primaria	Prevención Secundaria	Prevención Terciaria
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar grupos de trabajadores expuestos.</li> <li>Platicas de prevención en manejo de sustancias químicas peligrosas</li> <li>Uso de Equipo de Protección Personal.</li> <li>Capacitación, uso y manejo de Hojas de Datos de Seguridad.</li> <li>Manejo e interpretación de Normas de sustancias químicas peligrosas.</li> <li>Cultura y concientización.</li> <li>Control de niveles de polvo respirable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exámenes de laboratorio.</li> <li>Examen físico.</li> <li>Tratamiento Oportuno.</li> <li>Establecer diagnóstico.</li> <li>Espirometría.</li> <li>Vigilancia de trabajadores expuestos.</li> <li>Control de infecciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar exposición a inhalación de polvo.</li> <li>Evitar la evolución de la enfermedad.</li> <li>Control de infección.</li> <li>Tratamiento farmacológico.</li> <li>Cirugías.</li> <li>Terapia física.</li> </ul>

Cuadro 3. Prevención primaria, secundaria y terciaria.

### Comentarios Finales

En el Plan Integral Especifico para la prevención de inhalación de sustancias químicas peligrosas, se lograron identificar las sustancias que por su forma de presentarse e ingreso al cuerpo causan daños a la salud de los trabajadores, al mismo tiempo se tomaron en cuenta las características del lugar donde se realizan dichas actividades, el tiempo de exposición y la forma en la que se realizan las actividades de los trabajadores. Además en esta investigación se logro establecer los valores límites biológicos de las sustancias químicas peligrosas a los que los trabajadores pueden estar expuestos sin ocasionar daños a su salud, se realizó un análisis detallado sobre la Historia natural de la enfermedad, obteniendo con ello un enfoque específico integral para la implementación de dicho plan.

### **Conclusiones.**

El uso, manejo, trasvase, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas trae consigo la contaminación del entorno laboral, sino se toman en cuenta las recomendaciones de uso de equipo de protección personal adecuado a las características de dichas sustancias, los trabajadores pueden llegar a tener síntomas agudos o crónicos con respecto a las afecciones que estos pueden ocasionar debido a la exposición.

En este contexto se realizó el reconocimiento de todas las sustancias químicas peligrosas que se manejan en dicho centros de trabajo, tomando en cuenta el inventario que manejan, como se manipula y las mezclas que se realizan; también tomando en cuenta la evaluación de dichas sustancias que dicho sea de paso es la actividad más importante para llegar a establecer los controles de ingeniería y administrativos sobre las sustancias químicas peligrosas, cumpliendo así el objetivo de salvaguardar la seguridad y salud de los trabajadores.

Es importante mencionar que una correcta implementación del Plan Integral Especifico para la prevención de inhalación de sustancias químicas peligrosas dará como resultado la prevención de enfermedades laborales, pero no solo eso, sino que también anticiparemos los riesgos a los que está expuesto el trabajador, permitiéndonos minimizar los peligros y establecer los planes de control específicos para cada puesto de trabajo.

### **Recomendaciones.**

Derivado de lo anterior y con los resultados de la evaluación, se pretende determinar e implementar los controles administrativos y de ingeniería que se requieren para proteger principalmente la salud y seguridad de los trabajadores. Se recomienda implementar este plan en todas las áreas de la organización que manejen sustancias químicas peligrosas y además por proceso productivo, así se logrará la identificación de peligros, evaluación de riesgos, la determinación de controles y seguimiento a la salud de los trabajadores.

### **Referencias**

- Asfahl, C. Ray; Rieske, David W. "Seguridad Industrial y administración de la Salud," 7ª Edición 2013.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, Sistema Nacional de Protección Civil, "Guía práctica sobre riesgos químicos". 5ª 2015
- Córdoba, Mariana; Labarca, Martín; Zambón, Alfio. "Acercas de la unicidad de la sustancia en química". Revista Colombiana, Vol. 13 2013.
- Diario Oficial de la Federación, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. "Norma NOM-005-STPS-2017 Proyecto Manejo de sustancias químicas peligrosas o sus mezclas en los centros de trabajo, condiciones y procedimientos de seguridad y salud," 2017.
- Diario Oficial de la Federación, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. "Norma NOM-010-STPS-2014 Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, reconocimiento, evaluación y control," 2014.
- Diario Oficial de la Federación, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. "Norma NOM-018-STPS-2015 Sistema armonizado para la comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo," 2015.
- Fundación Mapfre. "Manual de Higiene Industrial," Ed. 2012.
- García Guillén, Ma. de Lourdes, Noriega Elío, Mariano. "Una epidemia silenciosa, Enfermedades respiratorias adquiridas en el trabajo. Investigación, prevención y manejo" Primera Edición 2012.
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). "Memoria Estadística 2017 (en línea), consultada por internet el 20 de Febrero de 2019. Dirección de internet: <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2sino>
- Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo. "Límites de exposición profesional para agentes químicos en España," 2018.
- Mendoza Cantú, Ania; Iza Lema, Irina Ana Rosa; "Las Sustancias químicas en México, perspectiva de un manejo adecuado" 1ª Edición 2017.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). "¿Cómo define la OMS la salud? (en línea), consultada por internet el 20 de Febrero de 2018. Dirección de internet: <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- Patiño De Gyves, Mariana; "La gestión de la seguridad y salud ocupacional y su impacto en el clima de seguridad de los trabajadores de una empresa productora de fertilizantes en Cajeme, Sonora". Tijuana, Baja California 2014.
- Peñaloza, William; Jamul, Nasser; Correia, Angelina. "Un plan de manejo de sustancias peligrosas en los laboratorios de toxicología, farmacología y química orgánica". Et al Venezuela 2018.
- Raymond, Chang; Williams, College; "Química" 12ª Edición 2016.
- Yáñez Díaz, María Inés; Catú Silva Israel; González Rodríguez, Humberto. "Efecto del cambio de uso de suelo en las propiedades químicas de un vertisol". Terra Latinoam Vol. 36 no. 4 Chapingo oct./dic. 2018.

# FORMACION DE LA PÉLICULA DE ACEITE EN CHUMACERAS

Dr. Tomás Fernández Gómez<sup>1</sup>, M.C. Ramón R. Ramírez Rodríguez<sup>1</sup>, Ing. Francisco J. Miranda Sánchez<sup>1</sup>, M.C. Ignacio C. Merino Rosas<sup>1</sup>, Lic. Roberto Rosales Barrales<sup>2</sup>.

**Resumen---** En este trabajo se presenta una caracterización del desgaste y desempeño del lubricante de una chumacera. En las distintas partes mecánicas en movimiento de las máquinas, existen rozamientos en las superficies de contacto que disminuyen su rendimiento.

Este fenómeno se debe a diversos factores, el más característico de los cuales es el coeficiente de rozamiento, cuya causa principal reside en las irregularidades de las superficies de las piezas en contacto.

**Palabras clave—** Lubricación, chumacera, hidrodinámica

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las máquinas rotatorias están. Soportadas por chumaceras hidrodinámicas de película de fluido. Entre ellas están los compresores, bombas, motores eléctricos, generadores eléctricos, turbinas y otros. La teoría hidrodinámica está establecida para condiciones de operación permanente en las chumaceras y es un primer paso para el desarrollo de las condiciones dinámicas, es decir, cuando existe variación con respecto al tiempo de algún parámetro. Las características dinámicas y la respuesta de la mayoría de los rotores están estrechamente influenciadas por las chumaceras que lo soportan.

Por otra parte, la confiabilidad de las chumaceras es la mayor necesidad que se tiene en una turbo máquina. Cabe mencionar que se espera llegar a un diseño confiable, pero no se tiene la seguridad plena de que la parte diseñada no falle, ya que pueden existir varios factores que la afecten durante su funcionamiento y que pueden ser no muy visibles durante el diseño. Entre los dichos factores que afectan las condiciones de operación de las chumaceras están:

1. Las condiciones de operación de la máquina, (velocidad de rotación, tipo, dirección y magnitud de la carga, diámetro del muñón).
2. Los parámetros de la geometría de la chumacera, (arco, longitud y ancho del segmento).
3. Las propiedades y condiciones del lubricante, (viscosidad, densidad, calor específico, presión y temperatura de alimentación).
4. Su fabricación, (material de construcción, tolerancias, acabado superficial).
5. Los ajustes en campo, balanceo, rozamiento del rotor con otros componentes de la máquina.

La ausencia de fallas de las chumaceras debe prevalecer durante las condiciones de operación normales y también, tanto como sea posible, en las emergencias ocasionales que puedan ocurrir. Aun cuando las chumaceras de turbinas grandes son sólo una pequeña parte del costo total de la máquina, los paros del sistema debidos a fallas de las chumaceras son muy costosos. Las chumaceras hidrodinámicas tienen una baja resistencia a la fricción, pero la característica más importante es que proveen amortiguamiento viscoso para reducir las vibraciones de las máquinas. Si en lugar de este tipo de chumaceras se usaran rodamientos, generalmente la vibración sería muy grande ya que ellos no poseen la capacidad para absorberla. El

---

<sup>1</sup> Dr. Tomas Fernández Gomez, profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba (**autor correspondiente**)

[fernandez\\_gt@yahoo.com](mailto:fernandez_gt@yahoo.com)

<sup>1</sup> M.C. Ramón R. Ramírez Rodríguez, profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba

<sup>1</sup> Ing. Francisco J. Miranda Sánchez, profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba.

<sup>1</sup> M.C. Ignacio C. Merino Rosas<sup>1</sup>, profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba

<sup>2</sup> Lic. Roberto Rosales Barrales, profesor de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico de Orizaba.

diseño de las máquinas rotatorias es enfocado; principalmente, a una condición de operación específica como la presión a entregar la capacidad de cargar a manejar, la cantidad de flujo utilizado, el par requerido en la flecha; suponiendo una operación perfecta (sin agentes externos que puedan introducir perturbaciones ni alterar su funcionamiento).

### GENERALIDADES

El objetivo de la lubricación es el de reducir el rozamiento de los elementos de máquinas que se mueven unas con respecto a otras. La pérdida por fricción y desgaste es enorme y refiriéndonos a maquinaria en general, la pérdida, en los puntos críticos, de algunos gramos de material determina el rápido reemplazamiento de las partes, ya que están sujetas a grandes desplazamientos.

Al aumentar la vida de servicio de una unidad, se disminuye el tiempo de parada ocasionado por las reparaciones y las sustituciones, logrando reducir al mínimo la interrupción de las líneas de producción y consiguiendo menores costos de operación y mantenimiento.

Por tanto, el estudio de la lubricación es fundamental siempre que se trate de reducir el desgaste en la producción de energía, de conservar los recursos naturales de una nación, de mantener los horarios de producción de una fábrica, de aumentar la vida activa de las máquinas herramientas y de producción y de obtener mayores beneficios de una instalación,

En un soporte de muñón (o chumacera), el extremo de un eje, o muñón, gira u oscila dentro de un buje, o cojinete de casquillo, y el movimiento relativo es deslizante. En un cojinete antifricción el movimiento relativo principal es de rodadura. Los dientes de los engranes embonan unos con otros en una combinación de efectos rodante y deslizante; los émbolos o pistones se deslizan dentro de sus cilindros. En todas estas aplicaciones se requiere lubricación.

### LA LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA

Es aquella en que las superficies del cojinete que soportan la carga están separadas por una capa de lubricante gruesa, a manera de impedir el contacto entre metal y metal. La lubricación hidrodinámica no depende de la introducción del lubricante a presión, aunque si puede hacerse esto; sin embargo, si se requiere que haya un abastecimiento adecuado de aceite en todo momento. La presión en el aceite la origina la superficie en movimiento, que lo arrastra, hacia una zona, de forma de cuña, a una velocidad suficientemente grande que origine la presión necesaria para separar las superficies, actuando contra la carga que obra sobre el cojinete. La lubricación hidrodinámica es llamada también lubricación de película completa o lubricación de película fluida.

La lubricación hidrodinámica aparece entre dos superficies en movimiento relativo que, arrastrando a un fluido a un espacio convergente (figura 1), son capaces de crear una cuña de fluido a presión capaz de soportar la carga a la que están sometidas.

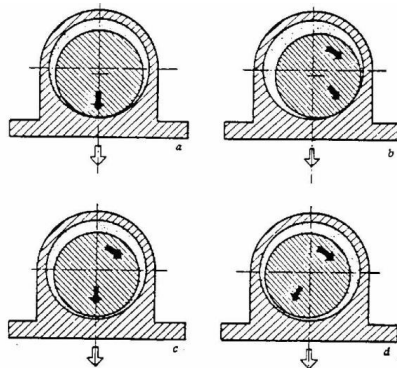


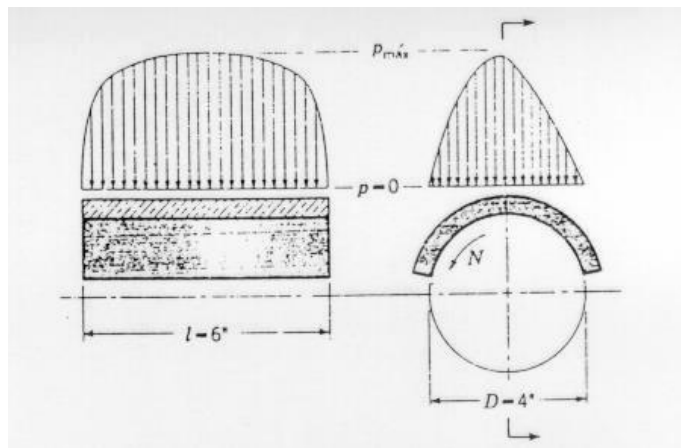
Figura 1 Fases de formación de la película hidrodinámica en un cojinete cilíndrico



Las condiciones para que sea posible la formación de la película hidrodinámica son las siguientes:

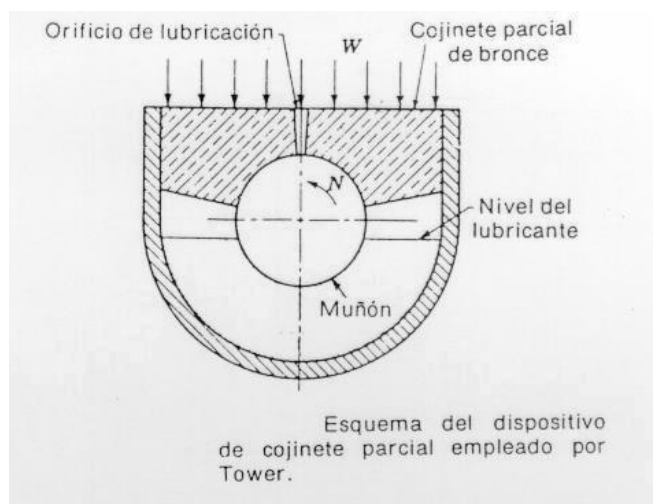
1. Que la holgura entre las superficies sea mayor que las rugosidades.
2. Que las superficies tengan movimiento relativo.
3. Que las superficies no sean paralelas.
4. Que el fluido sea viscoso y untuoso.

La teoría actual de la lubricación hidrodinámica, tuvo su origen en el laboratorio de Beauchamp Tower en los primeros años de la década de 1880 (figura 2). Este investigador estaba encargado de estudiar la lubricación en los cojinetes de los ejes de vagones de ferrocarril y de determinar el mejor método para lubricarlos



**Figura 2** Esquema del cojinete de muñón

Tras ensayar el cojinete Tower abrió un orificio en la parte superior para introducir nuevo aceite. Pero cuando puso en marcha el muñón, el aceite brotó por dicho orificio. Intento taponarlo, primero con un tapón de corcho y luego con uno de madera, pero en ambos casos saltaba el tapón (figura 3). Instaló un manómetro y comprobó que las presiones existentes eran muy elevadas, lo que permitía al cojinete soportar cargas muy elevadas.



**Figura 3** Gráficas de distribución de la presión obtenidas por Tower fueron

Los resultados obtenidos por Tower, llevaron a Osborne Reynolds a pensar que debía existir una ley definida que relacionara:

- ✓ La presión en el fluido.
- ✓ El coeficiente de fricción.
- ✓ La velocidad relativa.

Obteniendo una ecuación diferencial que sigue siendo el punto de partida para los actuales estudios de lubricación.

Reynolds propuso que el lubricante se adhería a las dos superficies y era impulsado por la superficie en movimiento hacia un espacio en forma de cuña con estrechamiento progresivo, lo que daba origen a una presión en el fluido suficiente para soportar la carga en el cojinete.

#### HIPÓTESIS DE LA TEORÍA HIDRODINÁMICA:

La teoría hidrodinámica de Reynolds se fundamenta en una serie de hipótesis de entre las que destacan las siguientes:

1. La película de fluido es muy delgada en comparación con los radios de curvatura del cojinete, por lo que el cojinete podía suponerse plano, despreciando dicho radio de curvatura.
2. El lubricante responde a la ley de Newton de movimiento de un fluido viscoso.
3. Se desprecian las fuerzas de inercia del lubricante.
4. Se supone que el fluido es incompresible.
5. La presión es constante en la dirección axial (espesor)
6. El flujo es laminar
7. El fluido se adhiere a las superficies sólidas.
8. Las superficies son rígidas.

#### CASO DE ESTUDIO

Durante la puesta en marcha de un tren de compresor de aire impulsado por turbina, la máquina se activó con una alta vibración medida en el rodamiento del extremo de accionamiento (DE) de la turbina de vapor. Los datos fueron registrados por el software System1, y luego fueron analizados por un ingeniero de Machinery Diagnostics Services (MDS) que determinó que una inestabilidad de fluido llamada "látigo de aceite" había causado el disparo de alta vibración.

Se produjo un informe, recomendando un diseño de rodamiento modificado para evitar la recurrencia del problema. El fabricante estuvo de acuerdo con las recomendaciones del ingeniero y modificó el diseño de los cojinetes de la turbina en función de su información. Este evento fue un excelente ejemplo de cómo el software System 1 puede capturar datos de diagnóstico importantes durante los problemas inesperados de la planta.

#### Diagramas de datos de vibración y análisis

El software sistem 1 (figura 5) mostró que la turbina de vapor se activó con una amplitud de vibración alta en el cojinete. Sin embargo, investigaciones posteriores revelaron que la vibración en realidad comenzó a aumentar casi una hora antes de que finalmente se produjera el disparo. Al observar los datos que se recopilaron alrededor del momento del disparo, parece que las amplitudes de vibración excedieron el punto de ajuste "Peligro" (disparo automático) a aproximadamente las 16:55:57 horas, pero esa vibración continuó aumentando durante aproximadamente 9 segundos más, antes de caer finalmente por debajo del punto de ajuste de peligro.

Este escenario puede hacernos creer que, después de que la amplitud de vibración excedió el punto de ajuste de peligro, hubo un retraso inusual con el relé de disparo que evitó una reducción en la vibración hasta después de las 16:56:06. Sin embargo, se verificó que la demora era de solo 3 segundos, lo cual es normal. Lo que los datos realmente muestran es un ejemplo algo inesperado de vibración que continúa aumentando durante unos segundos después del arranque de la turbina.

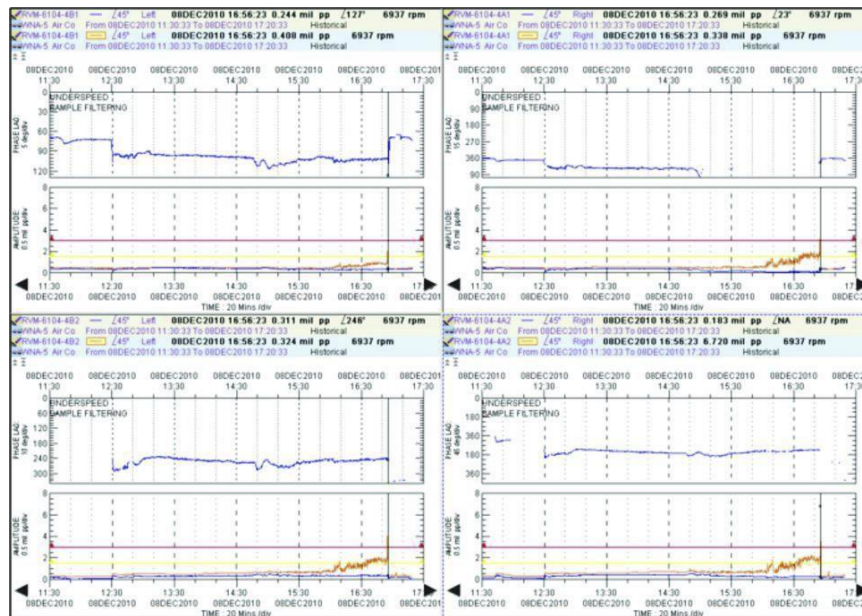


Figura 4 Diagrama de tren de máquina para el compresor de aire.

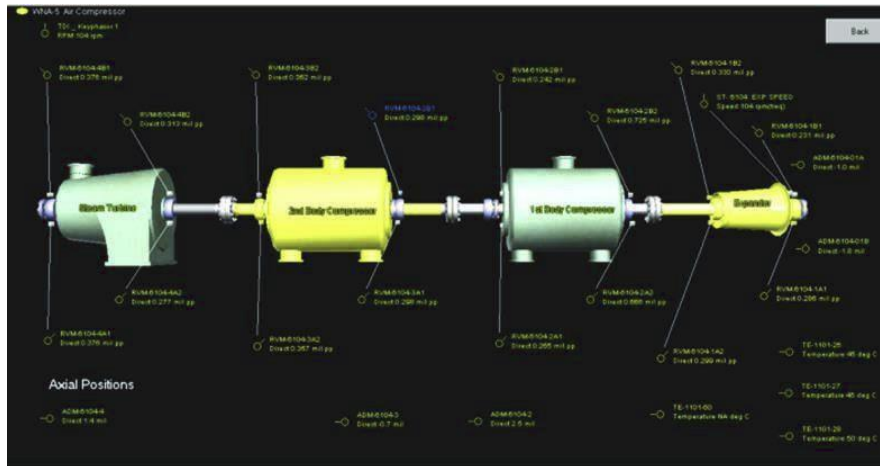


Figura 5 Administrador de eventos del sistema

La razón de este comportamiento puede entenderse a partir de la tendencia de la velocidad de la turbina,

como se muestra en la Figura 5. A las 16:56:01 horas, se observó una pequeña caída en la velocidad y luego la velocidad aumentó de 6950 RPM a 7436 RPM. Esto indica que a pesar de que la turbina de vapor se había disparado, había otra fuente de energía disponible para el rotor que hacía que su velocidad aumentara incluso después de que la turbina de vapor se disparara. Esta energía muy probablemente provenía del expansor que acababa de entrar en funcionamiento después de la ignición del horno.

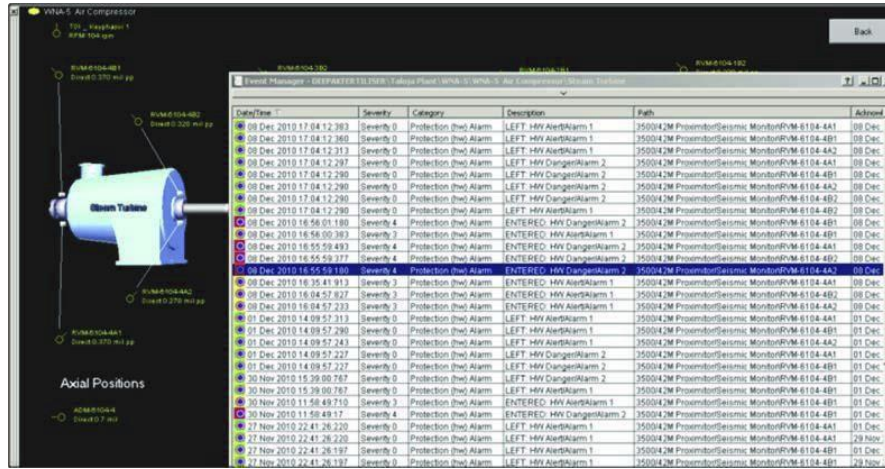


Figura 6 Los niveles de vibración directa comenzaron a aumentar

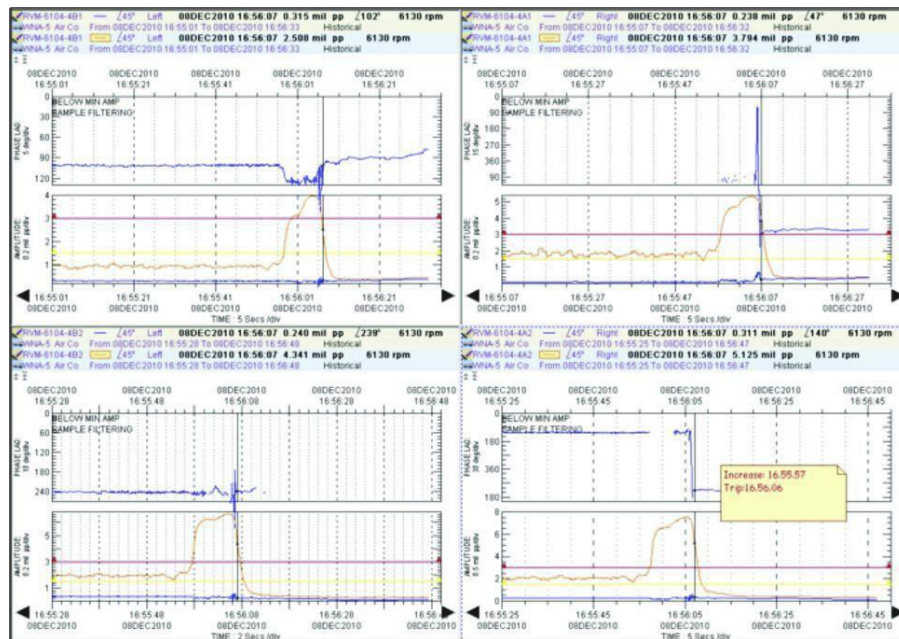
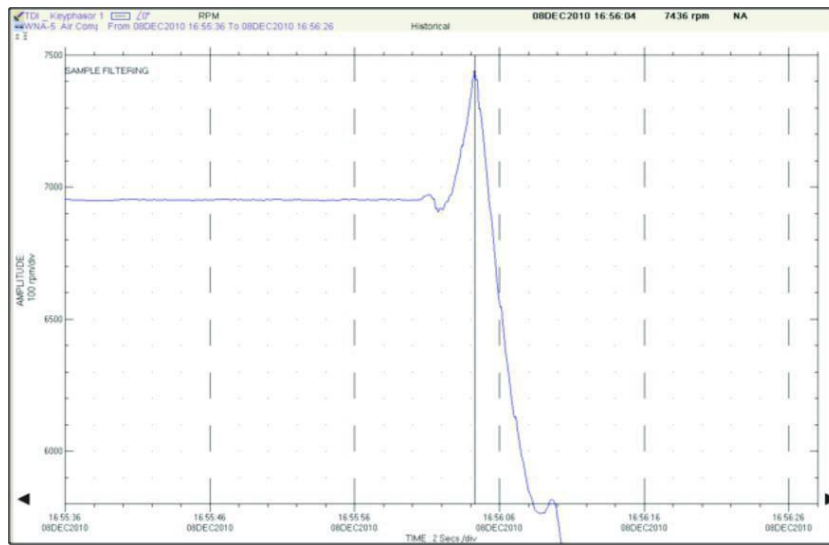
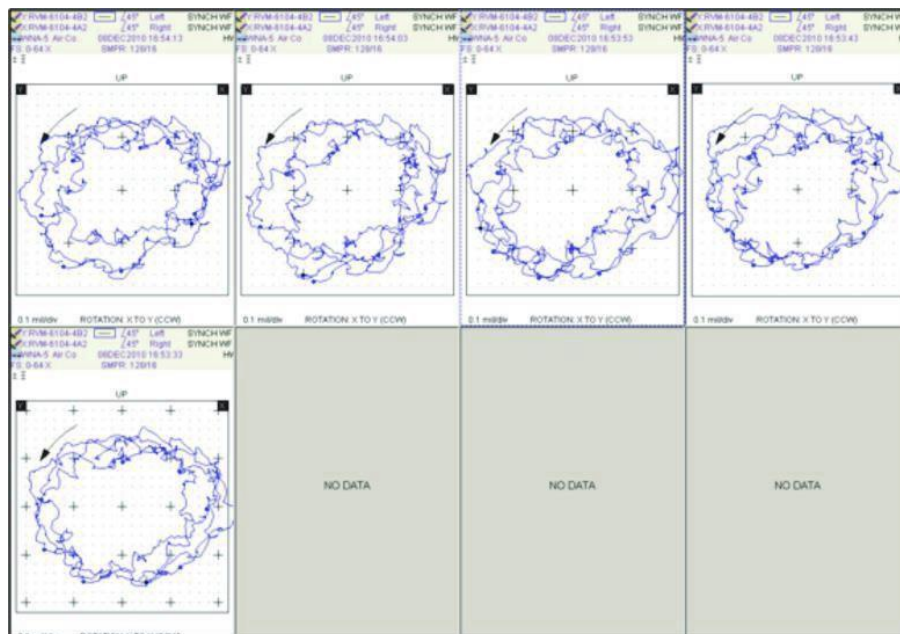


Figura 7 Los gráficos se han vuelto a escalar para observar de cerca el momento anterior y posterior al arranque de la turbina de vapor.





**Figura 8** La señal del sensor de la turbina de vapor muestra que la velocidad de la máquina aumentó de 6950 a 7436 rpm antes de caer durante el descenso de la máquina.



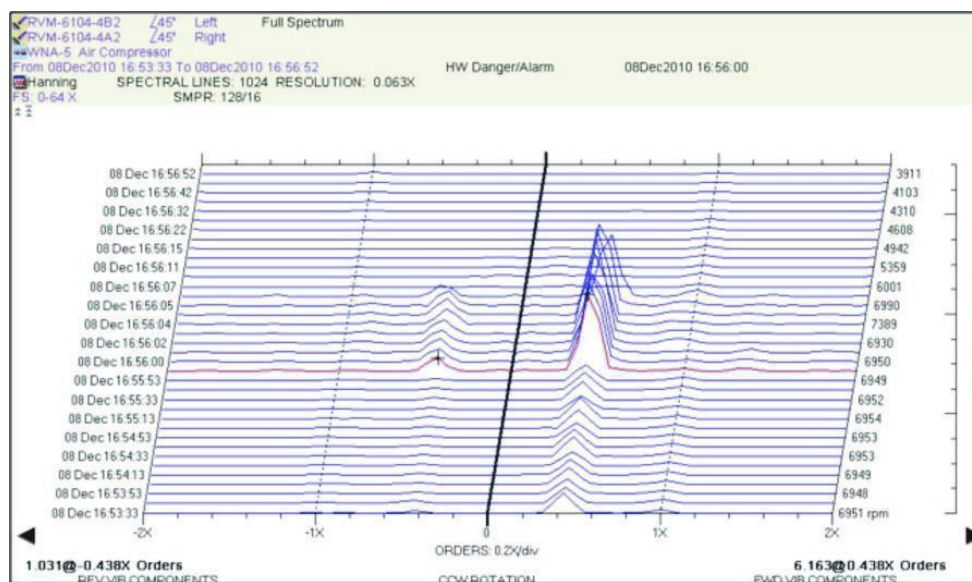
**Figura 9** frecuencias subsincrónica 0.438X que fue responsable del aumento de las amplitudes de vibración directa.

El estudio de los diagramas de cascada de espectro completo (Figura 10) indica claramente amplitudes elevadas de frecuencia 0.438X (con componentes inversos más pequeños). Esta vibración estaba presente con amplitudes más bajas antes y fue responsable de aumentar gradualmente las amplitudes generales.

A medida que la velocidad de la turbina aumentó después de su disparo, la fuerza subsíncrona no se eliminó, lo que causó que la turbina tuviera una vibración que aumentaba.

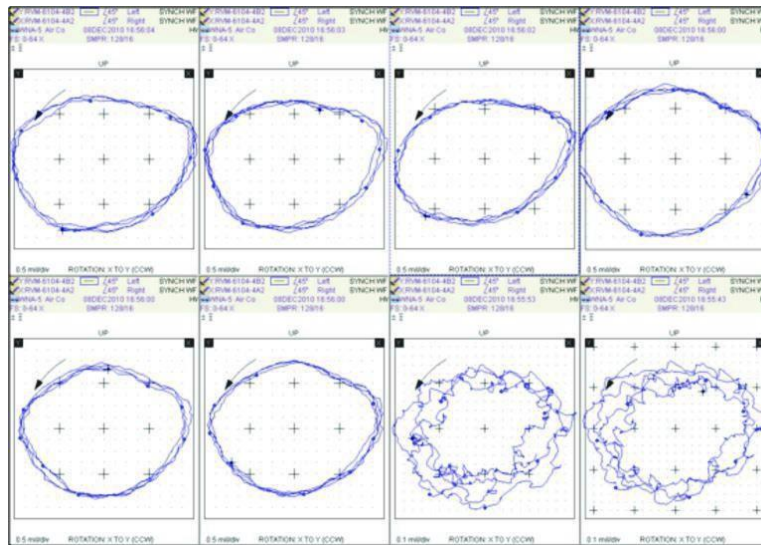
Una revisión de la posición radial del rotor de las gráficas de la línea central del eje promedio mostró información muy interesante. Justo antes de que la turbina de vapor se disparara en la amplitud de alta vibración, su rotor comenzó a moverse hacia el centro del rodamiento (relación de excentricidad reducida). Este cambio de posición se correlacionó con el tiempo de aumento de la amplitud de alta vibración.

Una característica del látigo de aceite es que aparece cuando se excede una velocidad específica de operación, que se conoce como "Umbral de estabilidad". Para este evento en particular, el umbral de estabilidad fue de aproximadamente 6314 RPM. En general, la intención del diseñador es mantener siempre este umbral de estabilidad por encima de la velocidad de funcionamiento normal del rotor, de modo que el rotor no experimente la inestabilidad durante el funcionamiento normal. Sin embargo, debido a los cambios de viscosidad, a espacios libres mayores, a ciertas condiciones de alineación, etc., el umbral de estabilidad a veces puede cambiar a una velocidad significativamente menor, provocando que la vibración subcrónica del rotor ocurra a la velocidad de operación normal. Esto es exactamente lo que sucedió en este caso.



**Figura 10** Estos gráficos de órbitas muestran el movimiento errático del eje que existía cuando se estaba estableciendo la condición de látigo, solo unos minutos antes de que ocurriera el disparo de alta vibración.





**Figura 11** Gráficos de orbitas

### Conclusiones

El presente trabajo nos da una idea más clara sobre las características de las chumaceras, así como la lubricación hidrodinámica que consiste en una capa de lubricante gruesa, impidiendo el contacto entre metal y metal, es la más utilizada.. De la misma manera se dan a conocer las teorías que ésta conlleva para un uso adecuado del lubricante y como evitar futuros problemas. Por otra parte, la confiabilidad de las chumaceras es la mayor necesidad que se tiene en una turbo-máquina. Cabe mencionar que se espera llegar a un diseño confiable.

### Referencias bibliográficas

- [1] Bently, D.E, Petchenev, A., “Dynamic Stiffness and the Advantages of Externally Pressurized Fluid-Film Bearing,” ORBIT, First Quarter 2000, pp.18-24.
- [2] Bently D.E., Hatch, Grissom, “Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics,” 2002.Chetumal, Quintana Roo, México 23 al 25 de mayo, 2018
- [3] García, A., Investigación Analítica y Numérica de las Propiedades Dinámicas de Chumaceras Hidrodinámicas con y sin desalineamiento. México, D.F. Tesis de Doctorado de la Sección de estudios de Posgrado e Investigación, U.P. Adolfo López Mateos, 2006.
- [4] García, A., Nossow, V. R., Gómez-Mancilla J.C., El Cálculo de los Coeficientes Rotodinámicos de chumaceras hidrodinámicas por medio de los Gradientes del Campo de Presión. México D.F., 4° Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas Sección de Estudios de Posgrado e Investigación U.P. Adolfo López Mateos, 2005.
- [5] Reynolds, O., “On the Theory of Lubrication and Its Application to Mr. Bauchamp Tower’s Experiments Including an Experimental Determination of the Viscosity of Olive Oil,” Philos. Trans. R. Soc. London, Series A, Vol. 177, Part 1, 1886, pp. 157-234.}

# IMPORTANCIA DEL MEDIO DE SOPORTE EN LOS HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL

Ing. Jorge Luis Ferreyra Torres<sup>1</sup>, Dr. Ezequiel García Rodríguez<sup>2</sup>,  
Dr. Roberto García Acevedo<sup>3</sup>, M.C. Ricardo Ruiz Chávez<sup>4</sup> y Dr. Luis A. Ochoa Franco<sup>5</sup>

**Resumen**—Los humedales artificiales son sistemas de fitodepuración que consisten en el desarrollo de un cultivo de hidrófitas enraizadas sobre un medio de soporte, los cuales, mediante la interacción de sus partes (*i.e.* vegetación, medio de soporte y microorganismos) permiten el tratamiento de las aguas residuales.

El funcionamiento de los humedales artificiales se fundamenta en tres principios básicos: la actividad bioquímica de microorganismos, el aporte de oxígeno a través de la vegetación durante el día y el apoyo físico de un lecho inerte que sirve como soporte para el enraizamiento de la vegetación.

El medio de soporte es responsable directo de la extracción de algunas sustancias contaminantes mediante interacciones físicas y químicas. La porosidad y el tamaño del medio de soporte afectan directamente al flujo hidráulico del humedal y por ende el caudal de agua que trata éste.

En este trabajo se analizan la importancia de las propiedades físicas del medio de soporte en el desarrollo de la vegetación, así como subsecuentemente en los procesos de remoción de contaminantes, en los humedales artificiales de flujo subsuperficial.

**Palabras clave**—Humedales, medio de soporte, tratamiento, agua residual

## Introducción

El agua es uno de los recursos naturales que forma parte del desarrollo de cualquier país; es el compuesto químico más abundante del planeta y resulta indispensable para el desarrollo de la vida. Su disponibilidad es paulatinamente menor debido a su contaminación por diversos medios.

Se considera que el agua está contaminada cuando se ven alteradas ya sea sus características químicas, físicas, biológicas o su composición, por lo que pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas.

La disposición final de las aguas residuales producidas por las diferentes actividades humanas (principalmente usos domésticos e industriales) representa un problema cuya magnitud está en constante incremento y que se ve agravado con el transcurso del tiempo y el crecimiento demográfico

El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, lo que permitirá una mejora del ambiente, la salud y la calidad de vida.

Los humedales artificiales representan una opción alternativa para los problemas que encaran los países con economías emergentes, desde el punto de vista económico y tecnológico, ya que son sistemas de tratamiento económicos, sencillos de operar, y que no necesitan energía eléctrica para su funcionamiento.

---

<sup>1</sup>El Ing. Jorge Luis Ferreyra Torres es estudiante de la maestría de ciencias en ingeniería ambiental de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán. jorgeft91@hotmail.com (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Ezequiel García Rodríguez es Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. ezgarciarod@hotmail.com

<sup>3</sup>El Dr. Roberto García Acevedo es Profesor de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. robertogarciaacevedo@gmail.com

<sup>4</sup>El M.C. Ricardo Ruiz Chávez es Profesor de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. ric\_ruiz@hotmail.com

<sup>5</sup>El Dr. Luis A. Ochoa Franco es Profesor e Investigador de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. Luis1al@yahoo.com

### Antecedentes

En México se han construido humedales de flujo subsuperficial y se ha reportado una alta remoción de sólidos suspendidos (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno (N) y organismos patógenos. No obstante aún se tienen grandes vacíos de los fenómenos que intervienen en la depuración del agua mediante estos sistemas, de tal manera que se presenta la enorme oportunidad para realizar nuevos estudios que permitan obtener diseños mejores y más eficientes. (Kadlec y Wallace, 2009).

El medio de soporte es de vital importancia para el desarrollo de distintas bacterias y microorganismos que degradan los contaminantes en los humedales artificiales y la remoción de nitrógeno (Liu et al, 2014).

Actualmente todavía se utilizan datos empíricos para el diseño de humedales artificiales, en lo relativo al material que debe usarse como medio de soporte, se desconoce con exactitud qué características son las más favorables para obtener un alto porcentaje de remoción de contaminantes.

En diversas investigaciones realizadas en los últimos años se ha demostrado que el material de soporte empleado en la construcción de los humedales artificiales, está directamente relacionado con su capacidad de remoción. Sin embargo, en México las normas y reglamentos no establecen lineamientos ni especificaciones detalladas sobre las características del medio de soporte.

### Descripción del método

Se realizaron 3 humedales a escala de flujo subsuperficial como los que se muestran en la figura 1, los 3 humedales fueron iguales en cuanto a dimensiones y vegetación utilizada. Se utilizó typha como vegetación en los 3 humedales variando únicamente el medio de soporte. Se utilizaron 3 medios de soporte diferentes tezontle, grava triturada, y gravilla con tezontle.

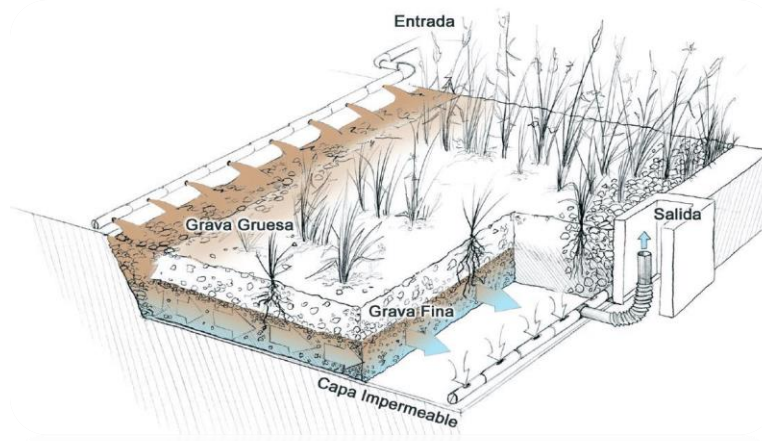


Figura 1. Humedal subsuperficial de flujo horizontal

En el presente trabajo tiene como objetivo identificar la importancia del medio de soporte en los humedales artificiales, para esto se determinaron sus propiedades físicas tales como porosidad, absorción y densidad; para saber con más certeza que características son las más idóneas en los materiales para ser utilizados como medio de soporte en los humedales artificiales.

#### Propiedades físicas del tezontle

Diámetro característico = 12.20 mm  
Absorción = 22.26 %  
Densidad = 1.6 gr/cm<sup>3</sup>  
Porosidad = 0.63

#### Propiedades físicas de la grava triturada

Diámetro característico = 13.30 mm  
Absorción = 1.65 %  
Densidad = 2.65 gr/cm<sup>3</sup>  
Porosidad = 0.40

#### Propiedades físicas de la gravilla con tezontle

Diámetro característico = 6.30 mm  
Absorción = 10.67 %  
Densidad = 2.2 gr/cm<sup>3</sup>  
Porosidad = 0.49

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

Habiendo realizado un muestreo los resultados obtenidos son los siguientes:

Los parámetros en los que se enfocó este trabajo fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), sólidos suspendidos totales (SST) y coliformes fecales.

En la mayoría de parámetros los resultados fueron favorables a excepción de la remoción de los sólidos suspendidos totales (SST), en los cuales se tuvieron valores de 76 mg/l para el humedal compuesto de typha y tezontle, 68 mg/l para el humedal compuesto de typha y grava triturada, y 51 mg/l para el humedal compuesto de typha y gravilla-tezontle; en lo referente a los sólidos suspendidos totales la normativa mexicana, nos indica un valor máximo permisible de 60 mg/l para la protección de vida acuática, si comparamos este valor de la norma con los obtenidos de los 3 efluentes del humedal, se puede observar solamente el humedal compuesto por typha y gravilla cumple la normativa mexicana

De los 3 humedales artificiales el que consiguió resultados más favorables fue dónde se utilizó como medio de soporte gravilla con tezontle, ya que tuvo una remoción mayor en lo que referente a sólidos suspendidos totales y coliformes fecales.

### *Conclusiones*

El medio de soporte es de vital importancia tanto para el desarrollo de la vegetación así como de los microorganismos; una favorable interacción entre la vegetación, los microorganismos y el medio de soporte da como resultado un alto porcentaje de remoción de contaminantes en el agua residual.

Los humedales son sistemas de tratamiento viables para poblaciones rurales debido a que son procesos económicos y sencillos de operar; es importante la utilización de un material que sea originario de la región y de alta disponibilidad, ya que como los humedales abarcan grandes cantidades de terreno, el utilizar un material laborioso de conseguir podría aumentar el costo de construcción del humedal.

### **Referencias**

Instituto tecnológico de Canarias (2011). Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical (HFSV). Canaria, España: Sistemas de depuración natural. Recuperado de [http://depuranatura.blogspot.mx/2011/05/humedal-de-flujo-subsuperficial\\_02.html](http://depuranatura.blogspot.mx/2011/05/humedal-de-flujo-subsuperficial_02.html)

Kadlec, R., Wallace, S. (2009). Treatment Wetlands. CRC Press. Boca Ratón: FL, USA.

Liu, M., Wu S., Chen L., Dong R. (2014). How substrate influences nitrogen transformations in tidal flow constructed wetlands treating high ammonium wastewater? Ecological Engineering, 478-486.

# Implementación de Clúster HPC como herramienta de cómputo distribuido en el Instituto Tecnológico de Acapulco

Gaddiel Fredy Flores Arteaga Ing.<sup>1</sup>, Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>2</sup>,  
M.T.I. Eloy Cadena Mendoza<sup>3</sup> y M.C. Francisco Javier Gutierrez Mata<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente artículo expone una estrategia para la implementación de un agrupamiento de computadoras (clúster) de alto rendimiento (HPC) por medio del cuál será posible realizar operaciones que exigen un alto poder de cómputo por su complejidad dentro del área científica, matemática o de ingeniería. Este artículo específicamente propone implementar esta herramienta para el desarrollo de criptoanálisis a sistemas de seguridad de sistemas operativos de categoría C1, aprovechando la ventajas del software de uso libre, así como equipo propio del Laboratorio de Cómputo del Instituto Tecnológico de Acapulco. Dentro del presente trabajo se mencionan los componentes de la infraestructura de comunicaciones, hardware y software más importantes del clúster HPC, así como la función que desempeñan dentro del mismo para poder ser implementados. Por último, se detalla su instalación, configuración, pruebas y resultados obtenidos.

**Palabras clave**—criptoanálisis, clúster, HPC.

## Introducción

De acuerdo al portal Ranking web of world research centers (Cybermetrics Lab, 2018) el 95% de los centros de investigación en nuestro país forman parte de universidades o dependencias públicas. Día con día los investigadores realizan infinidad de operaciones y cálculos necesarios dentro de su campo de estudio, los cuales conforme avanzan se van tornando más complejos, ello obliga a ocupar mucho tiempo en procesos de cómputo para posteriormente poder obtener resultados satisfactorios. Como medida para optimizar tiempo en procesos de cómputo algunos centros de investigación de otros países tienen la capacidad económica para adquirir supercomputadoras, las cuales pueden estar en el rango de los millones de dólares.

Un clúster de computadoras de alto rendimiento utiliza potentes herramientas y realiza cómputo distribuido de aplicaciones de tal manera que puede analizar datos en investigaciones académicas casi con la misma velocidad y potencia de una supercomputadora, pero con un costo inferior y evitando el elevado costo por mantenimiento e inactividad.

Como una solución fiable y comparada a la obtención de una supercomputadora en este artículo se detallará la implementación un clúster de computadoras de alto rendimiento, el cual ha sido creado con hardware convencional que forma parte del Laboratorio de cómputo de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, así como herramientas de software de uso libre, que unidos por medio de una red de datos de alta velocidad ofrecerá a los investigadores ventajas sustanciales en comparación al desempeño ofrecido por computadoras personales, optimizando de esta manera el tiempo destinado a procesos de cómputo.

## Estado del Arte

Existen actualmente varias universidades en México que han implementado estas herramientas de cómputo por las ventajas ofrecidas, a continuación, se detallan algunos ejemplos destacados.

### *Instituto Politécnico Nacional - CINVESTAV – Xihcoatl*

El sistema está integrado actualmente por 253 servidores de tecnología híbrida. Es una supercomputadora con una capacidad de procesamiento teórica de 313 TFlop/s (313 billones de operaciones aritméticas por segundo). Cuenta con Procesamiento CPU x86 en 213 Nodos de cómputo. 67 Nodos AMD Interlagos 6274. 84 Nodos Intel X5675. 62 Nodos Intel E5-V4. Procesamiento GPU/Coprocesadores en 40 nodos de cómputo. 5 Nodos GPUs

<sup>1</sup> El Ing. Gaddiel Fredy Flores Arteaga es Estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco. gadflores@gmail.com

<sup>2</sup> El Dr. Eduardo de la Cruz Gámez es Jefe de la división de estudios de posgrado e investigación y Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco. depi\_acapulco@tecnm.mx

<sup>3</sup> El M.T.I. Eloy Cadena Mendoza es Jefe del Laboratorio Cómputo y Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco. eloy\_cadena@yahoo.com

<sup>4</sup> El M.C. Francisco Javier Gutierrez Mata es Jefe del Centro de Cómputo y Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Acapulco. fcomata84@hotmail.com



NVIDIA 2070/2075 e Intel X5675. 12 Nodos GPUs NVIDIA K40 e Intel E5-2650L v3. 4 Nodos Xeon-Phi 7120P. 19 Nodos GPUs NVIDIA K80 Intel E5-2660 v3. (Centro de Investigación y Estudios Avanzados, 2019) (Centro de Investigación y Estudios Avanzados, 2019)

*Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste (LNS). – BUAP - Cuetlaxcoapan*

Cuenta con cerca de 6796 núcleos en CPU, una RAM de 2048 GB y unos 11520 núcleos CUDA gracias a la incorporación de tarjetas K40 Nvidia. Su almacenamiento es de 1.2 PB. Según pruebas, su potencia que alcanza es de 153.4 teraflops teóricos. (Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México, 2018)

*Universidad Nacional Autónoma de México – Miztli*

El sistema HP Cluster Platform 3000SL "Miztli" es una supercomputadora con una capacidad de procesamiento de 118 TFlop/s (118 billones de operaciones aritméticas por segundo). Cuenta con 5,312 núcleos de procesamiento Intel E5-2670, 16 tarjetas NVIDIA m2090, una memoria RAM total de 15,000 Gbytes y un sistema de almacenamiento masivo de 750 Terabytes (Universidad Nacional Autónoma de México, 2016).

*Universidad Nacional Autónoma de México – KanBalam*

El sistema HP Cluster Platform 4000, "KanBalam" es una de las supercomputadoras paralelas más poderosas de América Latina con una capacidad de procesamiento de 7.113 Teraflops (7.113 billones de operaciones aritméticas por segundo). Cuenta con 1,368 procesadores (cores AMD Opteron de 2.6 GHz), una memoria RAM total de 3,000 Gbytes y un sistema de almacenamiento masivo de 160 Terabytes. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2016)

*Centro de Investigación en Matemáticas A.C. – El Insurgente*

Cuenta con un nodo maestro AMD Quad Core Opteron 2350 HE con 8 núcleos, 16 Gb de memoria RAM, 2 TB de almacenamiento y 3 tarjetas de red Gigabit; 15 nodos de cómputo AMD Quad Core Opteron 2350 HE con 8 núcleos, 16 Gb de memoria RAM, 120 Gb de almacenamiento y 2 tarjetas de red Gigabit y 16 nodos más de cómputo INTEL Xeon CPU E5502 con 4 núcleos, 16 Gb de memoria RAM, 160 Gb de almacenamiento y 2 tarjetas de red Gigabit. El clúster "El Insurgente" se ha utilizado para la solución de problemas estadísticos, resistencia de materiales, algoritmos complejos y problemas que involucran un alto número de variables haciendo uso de la programación en paralelo (Centro de Investigación en Matemáticas, 2013).

*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

Cuenta con dos nodos maestro con sistema operativo Linux CentOS 5.8 con kernel 2.6.18-308.13.1.el5, además de las configuraciones de la conectividad de las tarjetas de red y de la comunicación segura con SSH, para la interconexión de los nodos se usa un Switch con capacidad de soportar Gigabit Ethernet (1000 Mbps). En nuestro primer prototipo de implementación se ha podido comprobar la disponibilidad de los datos mediante la configuración RAID10, debido a que, si un disco falla, existe el disco de reemplazo que almacena las copias de los datos. El sistema de archivos PVFS2 da soporte a un acceso a los datos de una manera rápida por la distribución de los mismos en todos los servidores de E/S y con el uso de Gigabit Ethernet permite alcanzar 1 Gbps en las transferencias (Hernández Palacios, Núñez Cárdenas, Hervert Hernández, & De la Cruz Bautista, 2012).

## Marco Teórico

Un cúmulo, granja o clúster de computadoras, se puede definir como un sistema de procesamiento paralelo o distribuido. Consta de un conjunto de computadoras independientes, interconectadas entre sí, de tal manera que funcionan como un solo recurso computacional. A cada uno de los elementos del clúster se le conoce como nodo (Revista UNAM, 2003).

Los clústers se clasifican por la configuración del hardware en homogéneos si todos los nodos poseen la misma arquitectura física y ejecutan el mismo sistema operativo y, heterogéneos si son nodos con hardware diferente entre sí y pueden tener instalado diferentes sistemas operativos. Además, existen tres tipos de clúster basados en sus características y tareas a realizar:

*Clúster de balanceo de cargas (Load Balancing)*

Método de trabajo distribuido en el cual los procesos se encuentran en todos los nodos, permitiendo de esta manera que las cargas de trabajo estén balanceadas, de manera que ningún nodo sea el encargado de procesar toda la carga de trabajo, por el contrario, es distribuida de manera equitativa entre todos los nodos, como se muestra

en la figura 1. Con este balanceo de carga de trabajo se evita un posible fallo por sobrecarga en algún nodo y se minimizan los tiempos de espera de procesos.

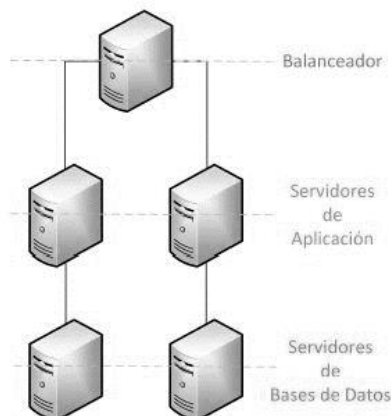


Figura 1. Clúster de balanceo de cargas (Jiménez & Medina, 2014)

#### Clúster de alta disponibilidad (High Availability)

Los clústers de alta disponibilidad están orientados a prestar el servicio de manera ininterrumpida. Por ejemplo, en los casos donde únicamente existe un servidor en producción, si existe alguna falla crítica, el servicio que ofrece el servidor queda interrumpido y los usuarios se ven afectados por negación de servicio, por el contrario, implementando este tipo de clúster si existe alguna falla crítica y un equipo se ve afectado, en el peor de los casos significaría, que el rendimiento del clúster se vería degradado, no así el servicio ofrecido por el nodo en cuestión, debido a que los demás nodos que están en operación suplen los servicios del nodo afectado de manera que el usuario no ve afectada su productividad a causa de la negación de servicio, como se muestra en la figura 2. De manera específica este tipo de clúster es utilizado para maximizar la disponibilidad del servicio con un rendimiento sostenido, concretamente para bases de datos que necesitan estar 99.99% disponibles para los usuarios, lo que significa 24/7 los 365 días del año.

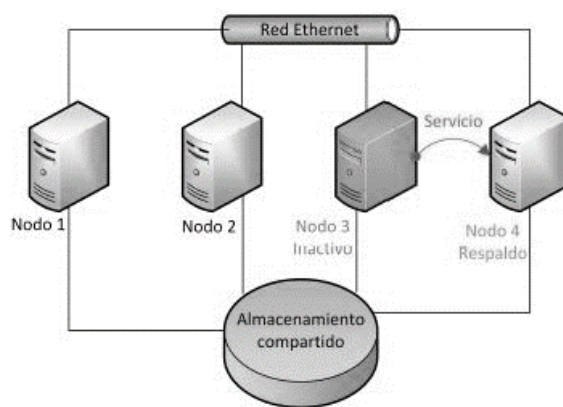


Figura 2. Clúster de alta disponibilidad (Jiménez & Medina, 2014)

#### Clúster de alto rendimiento (High Performance Computing)

Estos tipos de clústers están orientados a ejecutar de manera simultánea grandes tareas, las cuales por su naturaleza necesitan gran poder de procesamiento. A modo de desafío la tendencia de los clústers de alto rendimiento es obtener cada vez mayor poder de cómputo, es por esto que está muy enfocado al desarrollo de supercomputadoras, así como el desarrollo de algoritmos de cómputo paralelo. Para lograr lo anterior como se muestra en la figura 3, se utiliza agrupamiento de equipos interconectados entre sí a través de redes de datos de alta velocidad logrando de esta manera un rendimiento muy superior al alcanzado por cualquier computadora personal y con un costo accesible por

instancias de investigación donde requieren cómputo distribuido. Específicamente este tipo de clúster es utilizado para realizar tareas demandantes como por ejemplo la interpretación (renderizado) de imágenes, cálculos matemáticos, simulación y predicción de tiempo.

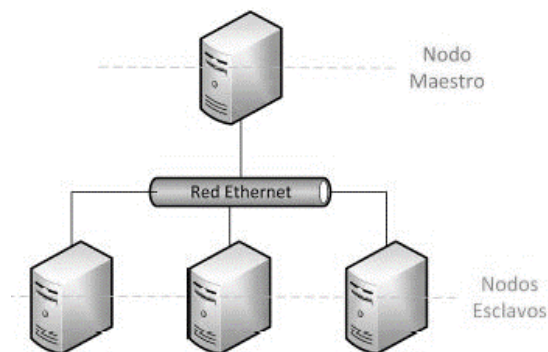


Figura 3. Clúster de alto rendimiento (Jiménez & Medina, 2014)

## Metodología

### Diseño del clúster de alto rendimiento

Una vez concluida la etapa en la cual se realizó un estudio exhaustivo de los diferentes métodos de clustering y analizando la tarea principal para la cual será implementado el clúster, que es la de realizar criptoanálisis, lo cual implica gran demanda de cómputo, se determinó la implementación de un clúster de alto rendimiento homogéneo debido a que los equipos disponibles tienen las mismas características físicas.

Como paso siguiente fue la gestión y acceso al equipo que se tendrá a disposición para la realización del proyecto, así como el software necesario dentro del cual se puede citar: sistema operativo, librerías, programas y utilerías que son ejecutadas para la correcta implementación del clúster. No se debe olvidar que un clúster es cómputo distribuido por medio de una red interna, para la cual se utilizará un switch y se pondrá en operación una red con topología de estrella como la que se muestra en la figura 4.

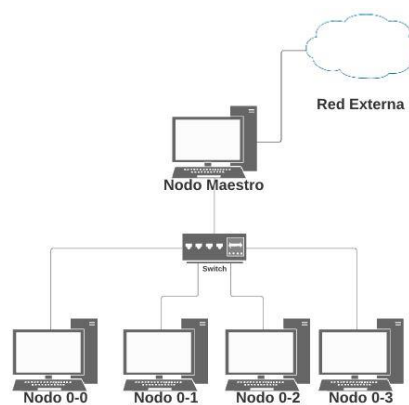


Figura 4. Topología de red utilizada para la comunicación entre los nodos (Fuente propia)

### Descripción del equipo

- 1 Nodo Maestro. Computadora Acer AXC-605. Procesador Intel I3 de 4 núcleos, disco duro 1TB, memoria RAM 6GB, 2 tarjetas de red 1 Gbps.
- 16 Nodos esclavos. Computadora Acer AXC-605. Procesador Intel I3 de 4 núcleos, disco duro 1TB, memoria RAM 6GB, tarjeta de red 1 Gbps.
- 1 switch Cisco SG2600-26 Gigabit

## Implementación en entorno de Laboratorio

### Instalación del sistema operativo

Se evaluaron varias distribuciones libres del sistema operativo Linux, y se seleccionó la distribución de Linux llamada Rocks en su versión 7, la cual se puede descargar desde la página oficial. Primero se instaló el nodo maestro seleccionando para ellos los diferentes *rolls* (utilerías) necesarios para la ejecución de herramientas de monitoreo y ejecución del clúster. Posteriormente, una vez estando en ejecución el nodo maestro, se procedió a instalar cada uno de los 16 nodos esclavo por medio de la red, tomando los archivos de instalación procedentes del nodo maestro.

### Configuración de la Red Interna

Para que el clúster pueda tener la comunicación óptima necesaria se tuvo que configurar la red interna, por medio de la cual se comunicarán los nodos esclavos desde su propia instalación con el nodo maestro, posteriormente para realizar el cómputo distribuido la red cobra vital importancia para la realización del procesamiento en paralelo de cada una de las tareas a realizar. Se utilizaron tarjetas de red con tazas de transferencia de 1 Gb en cada uno de los nodos, un switch Gigabit y cable UTP categoría 6 que soporta esas tazas de transferencia. Se utilizaron direcciones IP privadas. (10.1.1.1)

### Herramienta de administración del clúster (Ganglia)

Ganglia es un proyecto de código abierto con licencia BSD (permite el uso del código fuente en software no libre) que surgió del Proyecto Berkeley Millennium de la Universidad de California. Es un sistema de monitoreo distribuido escalable para sistemas de cómputo de alto rendimiento. Aprovecha las tecnologías más utilizadas, como XML para la representación de datos, XDR para el transporte de datos compacto y portátil, y RRDtool para el almacenamiento y la visualización de datos. Utiliza estructuras de datos y algoritmos cuidadosamente diseñados para lograr gastos generales muy bajos por nodo y alta concurrencia (GANGLIA, 2016).

## Pruebas de funcionamiento

Se realizaron pruebas en una pc y en el clúster para determinar la capacidad de procesamiento obtenido con esta arquitectura, por medio de la ejecución de diferentes aplicaciones que por su naturaleza requieren alta capacidad computacional. Para dichas pruebas realizaron dos proyectos y a continuación se muestran sus tablas comparativas:

### 1. Criptoanálisis de archivo SAM de Windows 8

Para realizar proyecto se utilizó la herramienta John the ripper, por medio del cual se criptoanalizó este importante archivo de Windows dentro del cual el sistema guarda de manera encriptada las contraseñas de los usuarios. Se criptoanalizaron contraseñas con una longitud de 7 caracteres alfanuméricos; esto quiere decir, 26 letras mayúsculas, 26 letras minúsculas, 10 dígitos y 20 caracteres especiales lo que da un total de 24.9 billones de posibles combinaciones.

Nodos	Núcleos	Tiempo de Procesamiento (Horas)
1 (PC)	4	107:53:16
17 (Clúster)	68	12:27:27

Tabla 1. Resultados de Criptoanálisis de archivos SAM (Fuente propia)

### 2. Obtención de números primos.

Por medio de un programa creado en lenguaje C y a través de la implementación de las librerías MPI y open MPI propias de la arquitectura de clúster de computadoras se ejecutó este programa en los mismo equipos descritos anteriormente para obtener todos los números primos encontrados dentro de un intervalo dado. En este caso el intervalo dado fue de 10 000 000.

Nodos	Núcleos	Tiempo de Procesamiento (Segs.)
1 (PC)	4	5.078
17 (Clúster)	68	0.0013

Tabla 2. Resultados de ejecución de programa para la obtención de números primos (Fuente propia)

### Conclusión

Al iniciar este trabajo se investigó se planteó la problemática de la necesidad de equipo de cómputo con gran capacidad de procesamiento dentro de ambientes de investigación como lo son las universidades. A medida que fue avanzando este trabajo, se demostró que la arquitectura de clúster tipo Beowulf es óptima dentro de este tipo de ambientes debido a que los recursos económicos son limitados, y es ahí donde se aprovecha al máximo los equipos con los actualmente cuenta la institución, así como herramientas de software libre, con lo cual se obtiene un ahorro generalizado en los costos de instalación, administración, mantenimiento y monitoreo del clúster en comparación a equipos de supercomputación con capacidades de procesamiento similares. Se realizaron pruebas con diferente cantidad de nodos y para poder obtener diferencias notables en capacidad de procesamiento se pudo lograr trabajar con 17 nodos con los cual hubo un rendimiento de hasta un 89.2 % del clúster con respecto a una computadora personal con las mismas características que un nodo, ejecutando un programa para criptoanalizar contraseñas. Además de lo anterior un clúster de computadoras puede ser utilizado para procesar grandes volúmenes de datos, lo cual puede ser muy útil en campos como la minería de datos, big data, programación paralela, reconocimiento de patrones, entre muchos otros, además de una amplia gama de aplicaciones dentro del área científica, matemática y de ingeniería.

### Referencias

- Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México. (01 de 01 de 2018). *LNS*. Recuperado el 02 de 2019, de LNS: <http://lms.org.mx/?q=infraestructura%20>
- Centro de Investigación en Matemáticas. (01 de 02 de 2013). *CIMAT*. Recuperado el 04 de 09 de 2018, de CIMAT: <http://personal.cimat.mx:8181/~chuche/hpc/>
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados. (2019). *CINVESTAV*. Recuperado el 02 de 2019, de CINVESTAV: <https://clusterhibrido.cinvestav.mx/>
- Cybermetrics Lab. (17 de 02 de 2018). *Ranking Web of World Research Centers*. Recuperado el 15 de 08 de 2018, de Ranking Web of World Research Centers: <http://research.webometrics.info>
- Acosta Díaz, R., García Ruíz, M. Á., Banda Montes, C., Barajas Alcalá, O., Ramírez Alcaraz, J. M., Damián Reyes, P., & Bustos Mendoza, C. (06 de 2009). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/255622841>
- GANGLIA. (2016). *Ganglia Monitoring System*. Obtenido de Ganglia Monitoring System: <http://ganglia.sourceforge.net/>
- Hernández Palacios, R., Núñez Cárdenas, F., Hervert Hernández, J., & De la Cruz Bautista, M. (2012). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Recuperado el 07 de 09 de 2018, de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n1/a2.html>
- Jiménez, D., & Medina, A. (2014). Cluster de alto Rendimiento. *Journal Innovación y Tecnología*(14), 16-27. Recuperado el 10 de 09 de 2018, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1234-12342014000100004&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1234-12342014000100004&script=sci_arttext)
- Revista UNAM. (2003). Conceptos básicos del clustering. *Revista UNAM*.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2015). *Instituto de Geofísica*. Recuperado el 04 de 09 de 2018, de Instituto de Geofísica: <http://www.geofisica.unam.mx/reclat/cluster.php>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (01 de 01 de 2016). *UNAM*. Recuperado el 02 de 09 de 2018, de UNAM: <http://www.super.unam.mx/index.php/content-layouts>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (01 de 01 de 2016). *UNAM*. Recuperado el 01 de 2019, de UNAM: <http://www.super.unam.mx/index.php/component/content/article/35-supercomputadoras/120-kan-balam>

# RA-UATx aplicación de Realidad Aumentada para proporcionar información para los aspirantes de los programas educativos de la UATx

Fernanda Leticia Flores Garcia<sup>1</sup>, Moises Lara Mateos<sup>2</sup>,  
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras<sup>3</sup>

**Resumen**—El siguiente artículo muestra la importancia de la innovación de tecnologías visuales, ya que al paso de los años han tomado importancia en el desarrollo y aprendizaje en diferentes ramas de la educación. Considerando la Realidad Aumentada una base importante para la enseñanza de manera práctica y con mejor entendimiento e innovación. El proyecto RA-UATx ofrece la oportunidad de presentar las diferentes Facultades de la Universidad Autónoma de Tlaxcala con Realidad Aumentada para interactuar con ella desde un dispositivo móvil y observándola en tecnología 3D a la universidad y haciéndola más atractiva.

**Palabras clave**—Universidad, Educación, Realidad Aumentada, Tecnología e Innovación  
**Introducción**

La Realidad Aumentada es una área fundamental para el aprendizaje de las tecnologías. Uno de los aspectos importantes de la Realidad Aumentada es el modo de enseñanza en diferentes ramas de educación, teniendo una experiencia más agradable en el aprendizaje, al mismo tiempo teniendo una visualización más detallada sobre el objeto en tiempo real y observando el funcionamiento de los objetos 3D combinados con la realidad.

Cabe destacar que la Realidad Aumentada es nuevo modo de enseñanza para todas las edades que en los últimos años se ha empleado de manera educativa y de mejora en aspectos generales para su uso.

Este artículo presenta el proyecto RA-UATx, realizado con Realidad Aumentada y enfocado para los aspirantes de nuevo ingreso, en la aplicación se puede visualizar las carreras, perfil de ingreso y egreso, mapas curriculares, modelos representativos de las Facultades etc. Los cuáles serán útiles para los aspirantes que buscan ingresar a la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

## Descripción de la Metodología de ambientes virtuales

### *Descripción de la metodología.*

La Metodología de Ambientes Virtuales y de Realidad Aumentada se compone de 5 etapas las cuales son: análisis, modelado, ambientación, interacción y pruebas las cuales se implementaron en el proyecto y se describirán a continuación, ver Figura 1.

**Análisis:** La etapa consiste en crear un guion, establecer hardware y software a utilizar, establecer los principios de usabilidad y esbozar ideas.

**Modelado:** La etapa consiste en determinar la escala del modelo en tercera dimensión, modelar personajes y objetos.

**Ambientación:** durante esta etapa se determina las dimensiones del terreno, se incluirán los objetos, ambientar el mundo es decir texturizar e iluminar.

**Interacción:** Incluir navegabilidad, incluir eventos, inclusión de audio y música.

**Pruebas:** Corrección de errores.

<sup>1</sup> Fernanda Leticia Flores Garcia, estudiante de Ingeniería en Computación en la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala. [ferciisflores18@gmail.com](mailto:ferciisflores18@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Moises Lara Mateos, estudiante de Ingeniería en Computación en la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala [thextar356@gmail.com](mailto:thextar356@gmail.com)

<sup>3</sup> La Dr. Marva Angélica Mora Lumbreras, Profesora de Ingeniería en Computación de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala [marvaangelica.moral@uatx.mx](mailto:marvaangelica.moral@uatx.mx)



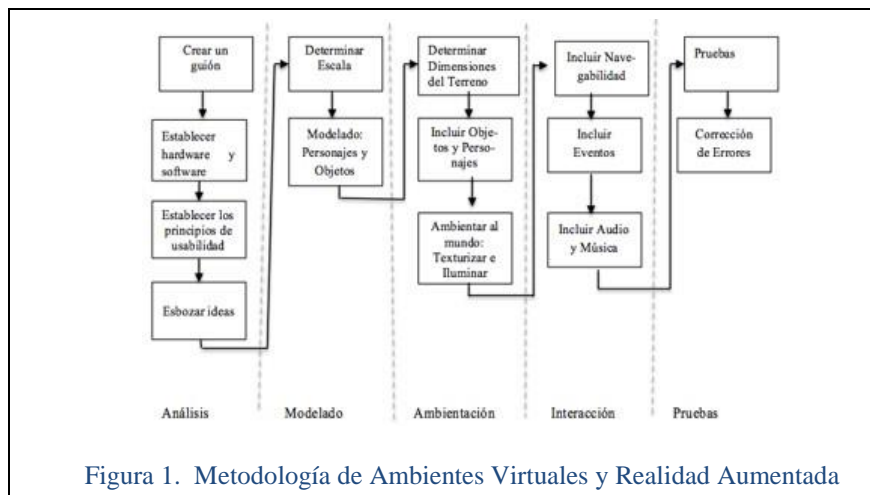


Figura 1. Metodología de Ambientes Virtuales y Realidad Aumentada

Referencias metologia  
Mora et al,2015

### Objetivo

Implementar una aplicación de Realidad Aumentada que proporcionara información acerca de los programas educativos pertenecientes a la Universidad Autónoma de Tlaxcala a los aspirantes de nuevo ingreso.

### Modelo del sistema

En la Figura 2 Se muestra el modelo arquitectónico del sistema RA-UATx propuesto para su desarrollo, el cual involucra un dispositivo móvil con acceso a su cámara móvil, para detectar el marcador correcto de cada Facultad y realizar la visualización del modelo 3D y poder interactuar con el mismo.

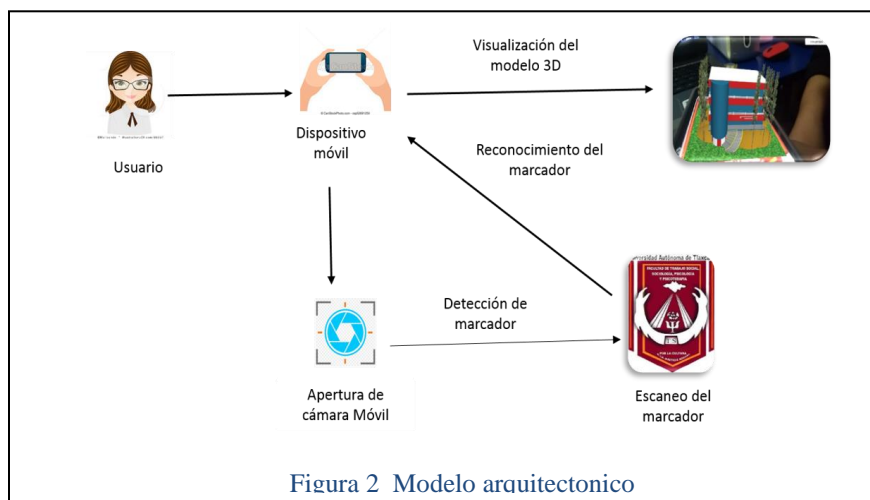


Figura 2 Modelo arquitectonico

- 1.- La apertura de la cámara depende del dispositivo móvil para poder llevar a cabo el escaneo del marcador.
- 2.- La detección del marcador se lleva a cabo por medio de la cámara del móvil ya abierta.
- 3.- una vez se ha detectado que es un marcador perteneciente a la aplicación lo reconocerá con el fin de mostrar la información que es perteneciente a ese marcador en específico.
- 4.- Cuando el marcador se ha reconocido la aplicación mostrara al usuario el modelo 3D en Realidad Aumentada permitiendo interactuar con las funciones disponibles que se mostraran junto con el modelo.

### Casos de uso

El diagrama de casos de uso mostrado en la Figura 3 muestra la secuencia y transacciones que realiza la aplicación móvil en respuesta a un evento iniciado por el actor sobre la propia aplicación RA-UATx

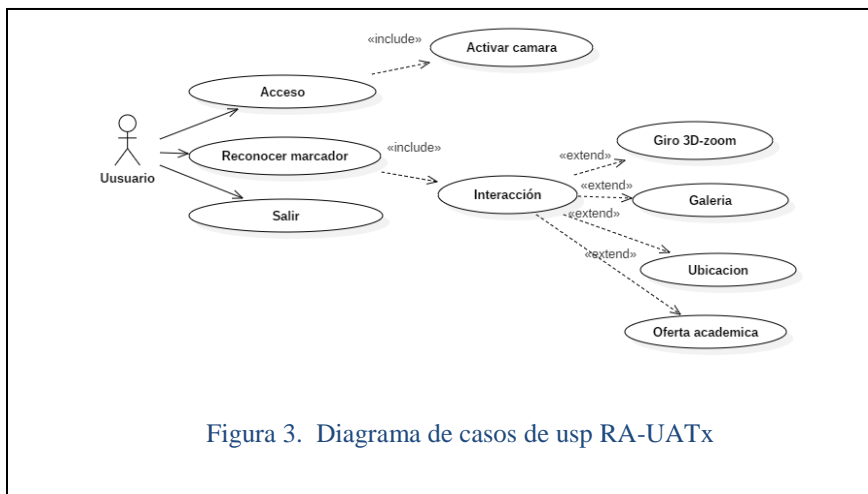


Figura 3. Diagrama de casos de uso RA-UATx

### Descripción de la aplicación

RA-UATx es una aplicación que emplea Realidad Aumentada móvil por lo que por medio de esta se puede visualizar los edificios en 3D más representativos de cada Facultad de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, utiliza el escudo de cada Facultad como marcadores, ver Figura 4.

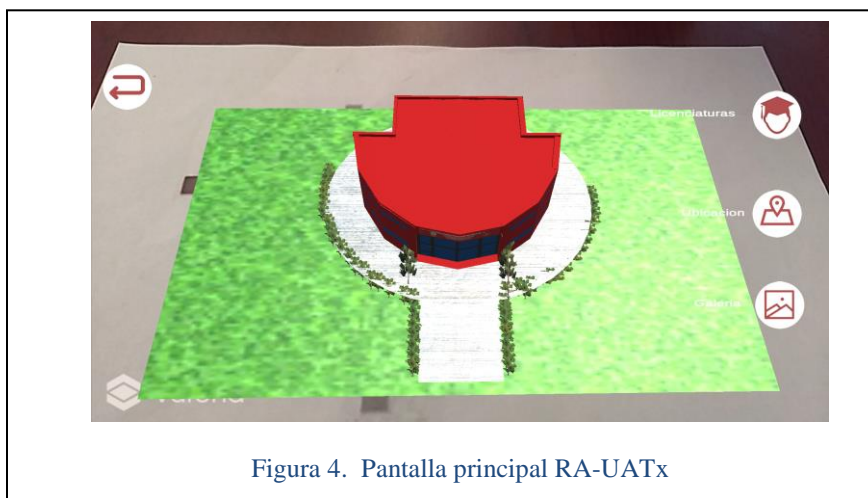


Figura 4. Pantalla principal RA-UATx

### Pruebas

Las pruebas comienzan al integrar la información correspondiente a cada botón de acuerdo a la información que se manejará e incluirá.

Se muestra la Figura 5 la visualización de la malla curricular con el escudo de la licenciatura de Ingeniería en Computación para poder observar las materias y terminales con las que cuenta la carrera en este caso



Figura 5. Malla curricular de la licenciatura de ingeniería en computación

En la Figura 6 se muestra la funcionalidad del botón ubicación que muestra la imagen del lugar donde esta ubicada la Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología incluyendo la dirección de dicho lugar.

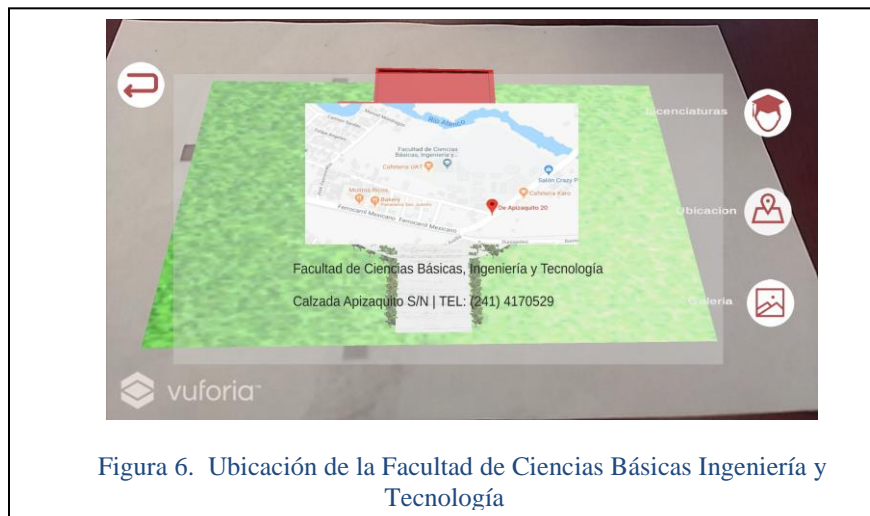


Figura 6. Ubicación de la Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología

En la Figura 7 se muestra la galería que incluirá fotografías de la Facultad seleccionada con el fin de conocer las instalaciones y dar muestra de las actividades de dicha Facultad.



Figura 7 Galería fotográfica

### Resultados

El proyecto RA-UATx está en proceso, hasta ahora se han realizado pruebas en los modelados 3D, como coherencia, selecciones de colores, texturas adecuadas. Para la parte de Realidad Aumentada se ha probado que los targets permitan visualizar la información correcta, que los modelados de los edificios 3D aparezcan sobre el target, que la información textual no tenga errores ortográficos, así como que la aplicación pueda ser instalada en diferentes dispositivos móviles.

### Comentarios Finales

RA-UATx es un proyecto de Realidad Aumentada para los aspirantes de nuevo ingreso, podemos decir que los modelos de Blender no funcionan del todo bien en Unity, ya que a veces generan transparencias en algunas paredes de los edificios, por lo que hemos probado Cinema 4D con Unity y Android, y hemos visto gran compatibilidad entre éstos.

Hemos observado que cuando se ambienta el escenario con los edificios, árboles, accesorios, etc. se agrupan y se crea un solo objeto con todo el escenario, dando lugar a que la aplicación visualice con un solo target todo el escenario.

Es importante remarcar que debido a que las aplicaciones de Realidad Aumentada sobre móviles deben de ser lo más pequeñas posible, se debe de cuidar que los objetos no sean muy grandes, por ejemplo, no es posible usar el terreno que trae Unity, porque es muy grande, por lo que se optó por usar planos texturizados.

### Referencias

Ruiz Torres, D. (2011). Realidad Aumentada, educación y museos. Revista ICONO14 Revista Científica De Comunicación Y Tecnologías Emergentes, 9(2), 212-226. Obtenido de <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>

Fombona Cadavieco, Javier; Pascual Sevillano, María Ángeles; Madeira Ferreira Amador, María Filomena.(2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 2012, (41): 197-210. Obtenido de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/22659/file\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/22659/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RUIZ TORRES, DAVID. Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural. e-rph: Revista Electrónica de Patrimonio Histórico [en línea] 2011. Obtenido de <http://www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero8/difusion/estudios2/articulo.php>

Morcillo Gonzales Carlos, Fernández Vallejo David, Jiménez Albusac Javier Alonso, Castro, Castro Sánchez José Jesús, 2010, Realidad Aumentada un enfoque practico con ARToolkit y Blender, Bubock Publishing S.L.

Cobo Romani,Cristóbal; Moravec,John W.(2011).Aprendizaje Invisible.Hacia una nueva ecología de la educación.Col leccio XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona

Fundación Telefónica, Madrid España 2011, Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo, Editorial Ariel, S.A.

## La intoxicación por plomo altera la ejecución de una tarea de atención selectiva en ratas macho adultas

Dr. en C. Leopoldo Eduardo Flores Mancilla<sup>1</sup>, Dr. en C Pedro Martínez Arteaga<sup>1</sup>, Dr. en C. Noemí Gaytán Pacheco<sup>2</sup>, L. en N. Montserrat del Rocío Martínez Acuña<sup>1</sup>

**Resumen**— Se han reportado efectos adversos del plomo (Pb) sobre la cognición, pero poco se conoce del efecto del Pb sobre la función de atención. **Objetivo.**- Evaluar la intoxicación de Pb en concentraciones bajas (250 ppm), medias (500 ppm) y altas (1000 ppm) sobre la ejecución de una tarea de atención selectiva **Materiales y Métodos,** 4 grupos de ratas machos (N=10Xgrupo), grupo Pb250, grupo Pb500 y grupo Pb1000, los grupos recibieron acetato de Pb durante 60 días, el grupo Control recibió acetato de sodio, cada animal se evaluó bajo una prueba para detectar estímulos auditivos. **Resultados.**- Animales con concentraciones altas y medias de Pb mostraron mayor impulsividad, hiperactividad, mayor número de ensayos, y de omisiones al estímulo auditivo, así como menor número de aciertos al comparar con grupo Control y Pb250 (P< 0.05) **Conclusiones.**- Niveles altos y medios de Pb pueden asociarse a trastornos de la atención relacionada con detección de estímulos auditivos.

**Palabras clave.**- Plomo, déficit de atención, aprendizaje, contaminación, plumbismo.

### 1. Introducción

El plomo (Pb) es un elemento químico tóxico para los seres vivos que se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza, en donde existen diversas fuentes contaminantes como el aire [1] en el polvo, Una vez dentro del organismo, el Pb puede producir alteraciones en el tejido hepático y renal [2,3] y particularmente alteraciones en el tejido nervioso (SN) [4, 5]. En el SN puede producir alteraciones en diversas funciones cuya severidad se relaciona con los niveles de intoxicación [6]. Por ejemplo, se han encontrado alteraciones en el aprendizaje [7] y la memoria [8]. sin embargo, no se ha podido determinar si las alteraciones en estas funciones son consecuencia de un déficit en la atención. La Atención es una función cognitiva cuyo concepto es muy amplio, sin embargo en términos prácticos corresponde a la discriminación y procesamiento secuencial de un estímulo relevante por el cerebro. Se ha propuesto que la atención puede estar afectada en el humano bajo la intoxicación con Pb [9,10]. En animales se ha mostrado que la intoxicación por Pb se asocia con dificultades en la ejecución de diversas tareas. Por ejemplo Ratas intoxicadas con niveles bajos de Pb presentaron incapacidad para inhibir respuestas inapropiadas cuando ejecutaron un programa de condicionamiento operante que involucraba un componente de espera para dar la respuesta [11-12]. Por otra parte se ha reportado una disminución en el tiempo de reacción en ratas con tareas de discriminación visual [13], algunos autores han sugerido que estas alteraciones reflejan el efecto del Pb sobre circuitos neuronales relacionados con los procesos de atención [14,15]. No obstante, en la mayor parte de trabajos en animales y en los que se estudia el efecto del Pb en forma conductual, no se ha evaluado adecuadamente el efecto de este tóxico sobre tareas que den cuenta específicamente de los distintos procesos que constituyen la atención, especialmente utilizando estímulos auditivos como patrón discriminatorio. Por lo tanto, en este trabajo nos interesó determinar el efecto de distintos niveles de intoxicación con Pb en ratas sobre la ejecución de una tarea de detección de estímulos auditivos, probando como hipótesis que la exposición crónica a Pb en concentraciones de 550 y 1000 ppm se asocia a alteraciones en la atención selectiva.

### 2. Material y Métodos

Sujetos: 16 ratas gestantes de la cepa Wistar fueron separadas en jaulas individuales y alojadas en un cuarto con temperatura ambiente entre 20 y 22 °C, ciclo luz-obscuridad de 12X12 hrs , alimentadas con una dieta comercial

<sup>1</sup> Unidad Académica de Medicina Humana y CS., Universidad Autónoma de Zacatecas

<sup>2</sup> Unidad Académica de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Zacatecas

Dr. en C. Leopoldo Eduardo Flores-Mancilla es docente-investigador. Lab. de Neurofisiología, U. A. de Medicina Humana . Universidad Autónoma de Zacatecas, (Autor corresponsal) \* [mansieduas@hotmail.com](mailto:mansieduas@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dr. en C. Pedro Martínez Arteaga es docente-investigador Lab. de Cirugía Experimental , U. Académica de Medicina Humana y CS. Universidad Autónoma de Zacatecas. [pedromtzarte@prodigy.net.mx](mailto:pedromtzarte@prodigy.net.mx)

<sup>3</sup> M. en C. Noemí Gaytán Pacheco, es docente investigador de la U. Académica de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Zacatecas, México,

<sup>4</sup> L. en N. Montserrat Martínez Acuña es docente-Investigador Lab. de Neurofisiología, U. Académica de Medicina Humana y CS. Universidad Autónoma de Zacatecas, México. [montse\\_skymoon@hotmail.com](mailto:montse_skymoon@hotmail.com)

(Harlan tekland USA) y agua *ad libitum*. Al parto se constituyeron al cuatro grupos de madres (n=4 X grupo), las madres del grupo control recibieron una concentración de 0.02% de acetato de sodio (Merck Labs.USA) disuelto en agua desionizada; las madres de los otros 3 grupos recibieron acetato de plomo (Sigma Chemical, Co. USA.) disuelto en agua desionizada en concentraciones de 250, 500 Y 1000 ppm, respectivamente. Este régimen de intoxicación se mantuvo en la madre durante todo el periodo de lactancia (26 días). Al destete se escogieron al azar 10 crías machos provenientes de cada uno de los grupos de madres respectivos y se formaron cuatro grupos: grupo control, Pb250, Pb500 y Pb1000. Los sujetos (N=10 X grupo) fueron alojados individualmente en cajas de acrílico transparente (23x15x10 cm). El resto de los animales de cada uno de los grupos que no entraron al experimento se utilizaron para las primeras dos determinaciones de los niveles de Pb en sangre y fueron mantenidas en grupos de 4 o 5 ratas por caja (45x24x21 cm).La determinación final de los niveles de Pb se realizó en los sujetos experimentales..

### 3. Evaluación conductual

Al cumplir 93 días de edad bajo el mismo tratamiento de la madre progenitora, cada sujeto se sometió a un esquema de privación de agua (23 hs X 30 min) con el objeto de someterlo a moldeamiento en una cámara de condicionamiento operante, con aislamiento acústico, El control de la caja se realizó mediante una computadora tipo PC a través de una tarjeta PcLab 725, Para la aplicación de los estímulos auditivos utilizamos un estimulador marca Grass, modelo S10CTNC. El moldeamiento se efectuó diariamente de la siguiente manera, la rata debía mantener oprimida la palanca hasta que se presentara el estímulo auditivo. (Tono de 4 KHz 200mseg de duración y 85 dB de intensidad). La respuesta de la rata consistió en soltar la palanca inmediatamente al detectar el estímulo. Si el tiempo de reacción era menor a 1 seg se consideró un acierto, y la rata recibía 0.1 ml de agua como reforzador; cuando el tiempo de reacción fue mayor a 1 seg se consideró una omisión y no se reforzó la respuesta, finalmente, si la rata soltaba la palanca antes de recibir el estímulo auditivo se consideró un error y el siguiente ensayo se iniciaba cuando la rata volvía a oprimir la palanca. Durante la fase de moldeamiento y a lo largo de cada una de las sesiones se fue incrementando el tiempo (intervalo) que la rata debía mantener oprimida la palanca antes de presentarles el estímulo auditivo, hasta alcanzar una duración de 5 seg.. Una vez completado el moldeamiento, cada sujeto se evaluó durante 5 días consecutivos presentando el estímulo auditivo con un intervalo fijo (IF) de 5 segundos, posteriormente durante 5 días consecutivos utilizando un intervalo variable (IV); en este caso el estímulo auditivo se presentaba de manera aleatoria con un intervalo entre 2 y 5 segundos, Las variables que analizamos fueron: el porcentaje de aciertos, errores y omisiones, así como el tiempo de reacción ante la presentación del estímulo auditivo. En cada sujeto obtuvimos el promedio de ejecución de los 5 días que constituyeron tanto la fase de presentación con intervalo fijo como los cinco días con la presentación del estímulo con intervalo variable.

### 4. Análisis Estadístico

los resultados en la ejecución conductual en las variables aciertos y tiempo de reacción se realizó un ANOVA de dos factores (grupos x condiciones experimentales). En virtud de que el porcentaje de omisiones no presentó una distribución normal, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis y, cuando se requirieron comparaciones a posteriori, utilizamos la prueba U de Mann-Wittney. Las diferencias se determinaron a través de la prueba de Tukey.

### 5. Resultados

No se encontraron diferencias entre los grupos en la variable de peso corporal ( $F(3,36) = 1.53; P < 0.3$ ).

- **Ejecución de la tarea**

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ( $F(3,36) = 9.21, P < 0.005$ ). Los datos obtenidos mostraron que los grupos de animales expuestos desde el nacimiento a las concentraciones de 500 y 1000 ppm obtuvieron un porcentaje de aciertos menor que el grupo control (HSD = 17.309,  $p < 0.05$ ) (figura 1).

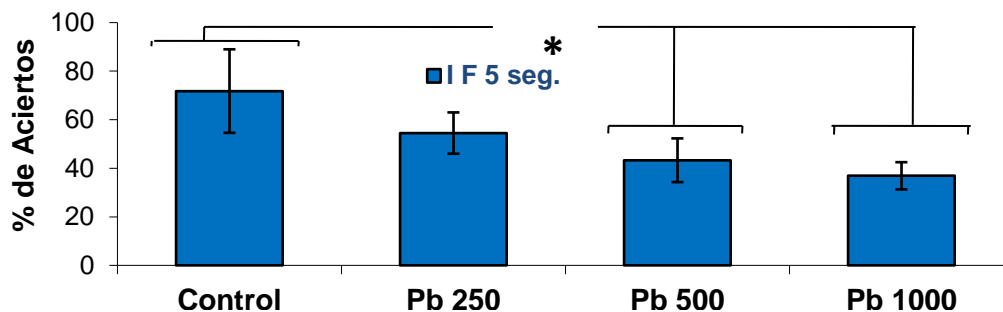


Fig. 1 Porcentaje total de respuestas correctas obtenidas por los diferentes grupos en la ejecución de la tarea conductual en las dos condiciones de IF. Se puede observar que las concentraciones mas altas de Pb (500 y 1000 ppm) se asociaron a menor cantidad de aciertos en comparación con el grupo control (media  $\pm$  2 E.S. n= 10 sujetos), \*  $P < 0.05$ , control vs Pb500 y Pb1000.



Al comparar la ejecución entre las condiciones experimentales (IF vs IV), los sujetos de los diferentes grupos mostraron una mayor cantidad de respuestas correctas en la condición en la que se utilizó un IF entre la presión de la palanca y la presentación del estímulo auditivo, sin embargo cuando se presentó el estímulo con IV los grupos Pb500 y Pb100 registraron un menor número de aciertos respecto al grupo control ( $F(1,36) = 7.47, P < 0.01$ ). (Fig. 2).

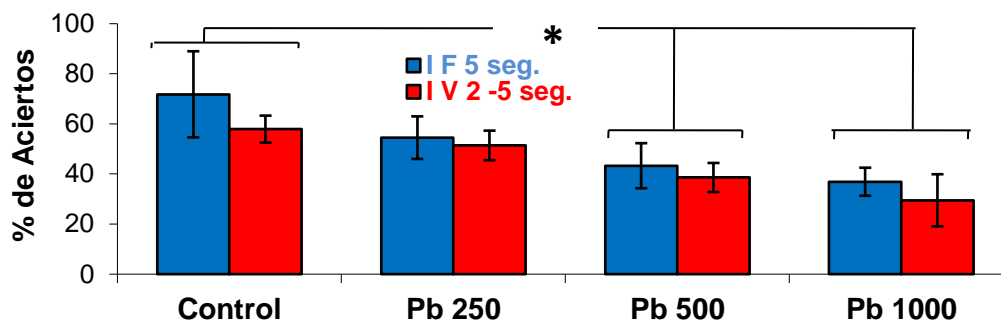


Fig. 2 Porcentaje de respuestas correctas en los distintos grupos cuando el estímulo auditivo se presentaba una vez cubierto el requisito de mantener presionada la palanca durante 5 seg.(IF) (barra blanca), y cuando el sujeto cubría el requisito de mantener presionada la palanca entre los 2 y 5 seg. (barra gris) Se puede apreciar un decremento en el porcentaje de aciertos cuando se presentó el estímulo con intervalo variable, los porcentajes de aciertos obtenidos por Pb 500 y Pb 1000 fueron más bajos que el grupo control en las dos condiciones (media  $\pm$  2E.S. n= 10 sujetos). \*  $P < 0.01$ , Control vs Pb500 y Pb250

El análisis del porcentaje de respuestas anticipadas es decir, aquellas en las cuales las ratas soltaban la palanca antes de recibir el estímulo y que se registraron como error, mostró que los grupos con las dosis de 500 y 1000 ppm presentaron mayor porcentaje de errores respecto al grupo control (datos no mostrados). Para el caso del número de las omisiones estas no excedieron del 4% en alguno de los grupos o condiciones, al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias entre los grupos en la condición en la que se utilizó un intervalo fijo ( $H = 0.77; P = 0.85$ ), sin embargo, en la condición en que se empleó un intervalo variable se presentaron diferencias significativas ( $H = 2.52; P < 0.005$ ). El análisis mostró que el grupo Pb1000 cometió un mayor número de omisiones respecto al grupo control ( $U = 15; p < 0.005$ ) y al grupo que recibió las dosis de 250 ppm ( $U = 25.50; P = 0.05$ ) (Fig. 3).

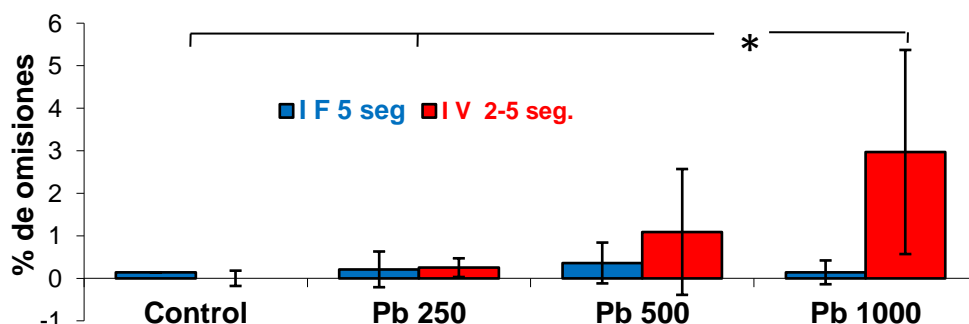
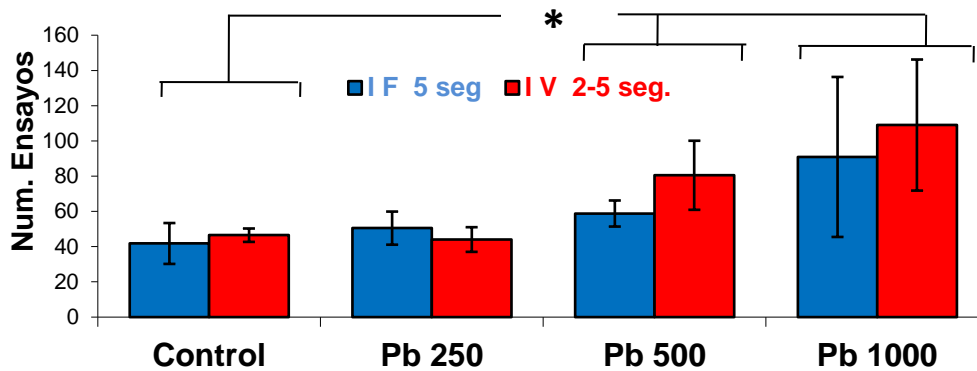


Fig. 3 Se observa el porcentaje de omisiones durante la ejecución de la tarea de detección auditiva con intervalo fijo (IF) (barra blanca) y con intervalo variable IV (barra gris). Se puede notar en la condición con intervalo variable, que el grupo Pb 1000 cometió mayor numero de omisiones en comparación con los grupos Pb250 y control (media  $\pm$  2\_E.S. n= 10 sujetos), \*  $P < 0.05$ , control vs Pb1000, Pb250 vs Pb1000.

En cuanto al número de ensayos el análisis indicó que los grupos Pb500 y Pb1000 realizaron más ensayos que el grupo control ( $U=10, p=0.0027$ ) y que el grupo Pb500 ( $U=18, p=0.0168$ ) cuando se empleó el IV (fig 4).



**Fig.4** Número de ensayos requeridos por los diferentes grupos para completar la tarea de detección y en las condiciones de IF e IV. Se aprecia que para ejecutar la tarea en la condición de IF (barra blanca no se observan diferencias significativas entre los grupos, sin embargo en la condición de IV (barra gris), los grupos Pb500 y Pb1000 requirieron de más ensayos que el grupo control y el grupo Pb250, (media  $\pm$  2 E.S, N=10 por grupo). \*  $p < 0.05$

## 6. Comentarios finales

Los resultados de este estudio hacen evidente una asociación entre los niveles de exposición al Pb y los niveles de ejecución en una tarea de detección de estímulos sonoros en ratas que fueron expuestas a concentraciones de Pb de 500 y 1000 ppm, las cuales mostraron alteraciones en la ejecución de la tarea.

Se ha reportado que el Pb se acumula en diversas regiones del sistema nervioso central en una forma diferencial. Las variaciones regionales en la acumulación dependen, en parte, del nivel de exposición al que se haya expuesto a los organismos [1]. Por otra parte, los análisis histológicos han revelado estructuras cerebrales que muestran mayor participación en la discriminación de un estímulo como el cuerpo estriado, el tálamo y la corteza cerebral, estas regiones forman parte de los sistemas neuronales que participan en los procesos de atención [15]. Por otro lado se ha mostrado que algunos núcleos talámicos, como el pulvinar los núcleos intralaminares y los núcleos reticulares, participan en la selección de la información, por ejemplo, el tálamo posee circuitos neuronales que, al activarse, bloquean de manera selectiva el paso de información hacia la corteza cerebral [10,14]. Por otra parte, en diversos trabajos se ha confirmado que lesiones localizadas en el cuerpo estriado o en diversas regiones de la corteza cerebral producen alteraciones de la atención [13]. En este trabajo utilizamos una tarea diseñada para evaluar de manera específica los distintos procesos implicados en la ejecución de una tarea de detección de estímulos auditivos. Las ventajas de esta tarea es que nos permitieron analizar de manera separada los efectos de la intoxicación con Pb sobre las respuestas que median mecanismos neuronales relacionados con la detección de estímulos (evaluados a partir del análisis del porcentaje de aciertos y omisiones), de aquellos relacionados con la velocidad del procesamiento de estímulos relevantes (evaluando de una manera muy sensible el tiempo de reacción) y de los relacionados con el control conductual y el filtraje de estímulos irrelevantes (evaluados a partir del análisis del porcentaje de respuestas anticipadas).

Además, esta tarea la aplicamos en dos condiciones que difieren en el grado de dificultad. En la primera condición, los sujetos debían mantener presionada la palanca durante 5 segundos y soltarla en el momento en el cual se presentaba el estímulo auditivo. En la segunda, el estímulo auditivo se presentaba con un intervalo variable. En ambas condiciones encontramos que los grupos que recibieron las mayores dosis de Pb (500 Y 1000 ppm) obtuvieron un porcentaje de aciertos menor respecto al nivel de ejecución del grupo control, además, el nivel de ejecución fue significativamente menor en la condición en que se empleó un intervalo variable, la cual posee un mayor grado de dificultad y requiere del empleo de mayores recursos de la atención, en estudios relacionados, se han reportado hallazgos similares, Morgan *et al.*, [12] reportaron que ratas expuestas a concentraciones de 300 y 600 ppm de Pb mostraron déficits en la ejecución de una tarea de discriminación de estímulos visuales. En este sentido también se ha reportado que la lesión de regiones frontales produce déficits en la ejecución de tareas que requieren de los mayores recursos atentos [15]. Estas alteraciones comúnmente se manifiestan por un incremento en el número de respuestas ante la presencia de estímulos irrelevantes. En el presente estudio se observó que al ejecutar la tarea las ratas intoxicadas con las dosis de 500 y 1000 ppm de Pb mostraron incapacidad para inhibir respuestas inadecuadas. La mayor proporción de errores se produjeron debido a que las ratas soltaban la palanca antes de que

se presentara el estímulo, algo similar se ha reportado en animales intoxicados con Pb y que mostraron dificultad para inhibir respuestas inapropiadas [13].

Por lo que respecta al tiempo de reacción se observó una gran consistencia en la velocidad de respuesta entre los grupos que recibieron Pb y el grupo control. En las dos condiciones se presentaron tiempos de reacción que estuvieron en un rango entre 200 Y 350 mseg., evidenciando que el procesamiento del estímulo desde la vía sensorial se llevó adecuadamente El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias entre grupos ni entre condiciones experimentales.

Resultados similares han sido reportados en otros estudios, por ejemplo, en ratas expuestas a concentraciones de 150 y 300 ppm de Pb in entrenadas a ejecutar una tarea de discriminación de estímulos visuales no encontraron diferencias en el tiempo de reacción [13], ni tampoco en ratas expuestas a una concentración de 300 ppm de Pb y en las que se evaluó la latencia para entrar a una cámara en donde ejecutaban una tarea de discriminación de estímulos [12].

### **Conclusiones**

La exposición de ratas a las concentraciones de 500 Y 1000 ppm de Pb, se asoció a un deterioro sobre la ejecución de una prueba de atención selectiva.

Se sugiere que el deterioro en la ejecución de la tarea es consecuencia de alteraciones en los circuitos neuronales relacionados con los procesos de atención y aprendizaje de una tarea.

### **Referencias:**

- [1] Weitzman M, Ashengrau A, Bellinger D, Jones R, Hamlin J, Beiser S. 1993. Lead-contaminated soil abatement and urban children's blood lead levels, *J Am Med Ass* 269. 1647-1654.
- [2] Moore NR, Goldberg A. 1980. Health implication of haemotopoyeic effects of lead, in: H.L. Needleman (Ed.), *Health Effects of Lead at Low Dose*, Raven Press, New York. 243-250.
- [3] Russo MA, Kapoor SC, VanRossum GD. 1988. Localization of lead in kidney and liver of rats treated in vivo with lead acetate: Ultrastructural studies on unstained sections, *BrJ Exp Pathol* 25. 686-692.
- [4] Lorton D. 1986. Altered pyramidal cell dendritic development in the motor cortex of:lead intoxicated neonatal rats a Golgy study, *Neurobehav Toxicol Teratol* 8. 45-50.
- [5] Sierra EM, Tiffany-Castiglioni E. 1991. Reduction of glutamine synthetase activity in astroglia exposed in culture to low levels of inorganic lead, *Toxicol*. 65. 295-304.
- [6] Hammond PB, Oietrich LN. 1990. Lead exposure in early life: health consequences, *Rev Environ Contam Toxicol* 115. 91-124.
- [7] Bushnell PJ, Bowman RE. 1979. Reversal learning deficits in young monkeys exposed to lead, *Pharmacol Biochem Behav* 10. 733-742.
- [8] Bielarsczyky H, Tomsing JL, Suszkiw JB. 1994. Perinatal low-levellead exposure and septo-hippocampal cho)nergic system: Selective reduction of muscarinic receptor and cholinacetyltransferase in the rat septum, *Brain Res* 643. 211-217.
- [9] Belinger D, Hu H, Titlebaum L, Needleman HL. 1994. Attentional correlates of dentin and bone lead levels in adolescents, *Arch Environ Health* 49. 98-105.
- [10] Marshall JF, Gotthelf T. 1979. Sensory inattention in rats with 6-hydroxydopamine-induced degeneration of ascending dopaminergic neurons: Apomorphine-induced reversal of deficits, *Exp Neurol* 65. 398-411.
- [11] Brockel JB, Cory Schlecta OA. 1997. Lead induced decrements in waiting behaviour involvement of 02-like dopamine receptor, *Pharmacol Biochem & Behav* 63. 423-434.
- [12] Morgan RE, Levitsky OA, Strupp BJ. 2000. Effects of chronic lead exposure on learning and reaction time in a visual discrimination task, *Neurotoxicol and Teratol* 22. 337-345.
- [13] Morgan RE, Caravan H, Smith GE, Oriscoll LL, Levitsky OA, Strupp JB. 2001. Early lead exposure produces lasting changes in sustained attention, response initiation, and reactivity to errors, *Neurotoxicol Teratol* 23. 519-531.
- [14] Rice DC. 1990. Parallels between attention deficit hyperactivity disorder and behavioral deficits produced by neurotoxic exposure in monkeys, *Toxicol Appl Pharmacol* 102. 101-109.
- [15] LaBerge D. 1990. Thalamic and cortical mechanisms of attention suggested by recent positron emission tomographic experiments, *J Neurophysiol* 40. 358-372.

# MEDICIÓN DE ASPECTOS DE CALIDAD Y COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS FORESTAL ALFA Y MASISA

Jamhilet Flores Martínez<sup>1</sup>, Manuel Antonio Hernández Alvarado<sup>2</sup>,  
M.C. María del Pilar Reyes Sierra<sup>3</sup>, Ing. Guadalupe Butzman Álvarez<sup>4</sup>

**Resumen**—En este proyecto se utilizó una herramientas para poder medir la calidad y competitividad de un producto de las dos empresas como lo son Forestal ALFA Y MASISA del estado de Durango, el cual consistió en un análisis benchmarking para realizar las comparaciones pertinentes de algún producto de estas dos empresas y saber cuál empresa es mejor en cuanto a calidad y costos de ese producto, dando esto como resultado la información de un producto de una de las empresas que al compararlo con el otro producto de otra empresa, se sabrá cuál es mejor pues gracias a sus características y a la evaluación que el cliente le proporcione y al menor costo que se obtenga se podrá saber cuál preferirá el cliente y cual es mejor en cuanto a sus características, precios y evaluación del cliente.

**Palabras clave:** competitividad, calidad, mediciones de calidad y mediciones de competitividad, indicadores de calidad y competitividad.

## Introducción

Se debe buscar instrumentos y/o herramienta que nos permita medir la competitividad de un producto en este caso serán las molduras entre dos empresas así también comparar la calidad y el precio y saber de esta manera cual es la mejor.

El instrumento tiene que desarrollarse en una manera clara y realista para que pueda ser más que entendido aplicado gracias a su manera de llamar la atención. La competitividad es punto clave en las empresas de manufactura y significa de manera clara el desarrollo funcional y la permanencia de la organización o bien previene y descarta la extinción de esta, gracias a su constante determinación en la forma en la que se desarrolle en el mercado en base a su competitividad y de cómo está la maneje.

Se planeara un instrumento como lo es un benchmarking que este en busca de visualizar los buenos resultados, en base a la calidad donde se pueda satisfacer el gusto del cliente y lograr el máximo de la calidad.

## Descripción del Método

El estudio será de tipo descriptivo y cuantitativo, ya que la información requerida para este caso se obtendrá por medio de entrevistas al talento humano y observación de los procesos de la empresa. Esto proporcionará el diagnóstico que permitirá identificar la situación de la empresa. (Emilio Quintero García, 2009).El número de empresas dedicadas a esta actividad son de 365. (INEGI, 1991). Se copilo por medio de un cuestionario aplicado a un total de 60 trabajadores.

## Objetivo general

Utilizar una herramienta que nos permita medir la calidad y competitividad de un producto en dos empresas diferentes de esta ciudad de Durango para así pueda aumentar la eficiencia.

## Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico para evaluar que tanto las empresas atiende aspectos de competitividad y calidad.

---

<sup>1</sup> Jamhilet Flores Martínez es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango, Durango México jamhilet\_flores@hotmail.com

<sup>2</sup> Manuel Antonio Hernández Alvarado es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango, Durango México 14041011

<sup>3</sup> M.C. María del Pilar Reyes Sierra es catedrática e investigadora por parte del Instituto Tecnológico de Durango, en el Departamento de ingeniería industrial mariapilareyes@gmail.com

<sup>4</sup> Ing. Guadalupe Butzman Álvarez es catedrática por parte del Instituto Tecnológico de Durango.

### Planteamiento del problema

Las empresas madereras han presentado a sus altos niveles de producción, así como niveles económicos, la falta de control en los procesos y el retraso de la distribución. Así como sus variaciones en las molduras incide en las ventas de las empresas de este sector. En busca de una solución a la problemática, se implementará el análisis de benchmarking para comparar un mismo producto entre dos empresa del estado de Durango, es una opción viable para analizar cuál de ellas tiene mayor confiabilidad para la elaboración de sus bienes y sus precios competitivos.

### Marco teórico

Como se ha mencionado anteriormente, en este trabajo se hace referencia a dos palabras clave que son las siguientes:

**Competitividad:** Puede juzgarse por su rentabilidad, costos de producción, productividad y cuota de mercado. (porter, 1991).

**Calidad:** El objetivo fundamental de la calidad, como filosofía empresarial, es satisfacer las necesidades del consumidor, aunque éste es un concepto controvertido, Las necesidades pueden estudiarse según diversos puntos de vista -de la teoría económica, del marketing. (1992, Citado en Solleiro & Castañón).

### Lugar de estudio

El lugar de estudio se encuentra en el territorio comprendido por la ciudad Victoria de Durango, Dgo., México. Mismo sitio donde operan las empresas del estudio. El número de empresas dedicadas a esta actividad era de 365 en el año de 1991, mismo que se ha incrementado hasta la fecha actual. (INEGI, 1991)

### Sujetos de estudio.

En la investigación se realizó un estudio de la comparación de precios de un producto en dos empresas diferentes que se dedican a la industria maderera de la ciudad, tomando un tamaño de muestra de forma probabilística que dependerá del número de empresas registradas.

El instrumento para la recopilación de información fue un cuestionario con preguntas referentes a la empresa, a los trabajadores, a la calidad y al servicio que ofrecen. Este cuestionario fue contestado por el personal de ambas empresas únicamente en un área específica. Las preguntas constarán de 4 opciones según una escala Likert para evaluar las respuestas según un criterio subjetivo.

Luego de reunir la información necesaria de los cuestionarios se realizó el análisis de estos datos que arrojaron las sumatorias de cada pregunta, para de esta forma, determinar a qué categoría pertenece y saber la significancia de cada una.

También se realizó una investigación y se elaboró un estudio de benchmarking para saber cuál fue el resultado del precio del material que se comparó, y elegir una opción en base a su precio más bajo y con las ponderaciones que se les asigno a una letra para clasificar cada una de las características de dicho análisis.

### Diseño muestral

- Población: Dos empresas de la industria maderera de la ciudad de Durango.
- Muestra: Se seleccionará un área de las dos empresas utilizando una muestra aleatoria de tipo estratificado, ya que la población se dividirá en estratos con tal de mantener la población.
- Individuo: Los trabajadores de las dos empresas, así como también los dueños de éstas en la ciudad de Victoria de Durango.
- Variable independiente: competitividad.
- Variable dependiente: calidad de los productos.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizará la fórmula para poblaciones finitas ya que se conoce el total del universo, esta es:

$$n = \frac{z^2 NPQ}{e^2(N - 1) + z^2 PQ}$$

Donde:

N= Total de la población (365 empresas)

Z=1.96 (para una seguridad de 95%)  
 P= Proporción esperada (en este caso 50% o 0.5)  
 Q= 1 – P (en este caso 1 – 0.5= 0.5)  
 E= error (en este caso 5%)

$$n = \frac{(1.96)^2(365)(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(365 - 1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

**N= 70.0867**

### Descripción del instrumento

Para la comparación de la competitividad de las empresas se diseñó como instrumento un análisis de benchmarking, las cuales buscan recaudar la información necesaria para obtener los resultados deseados en este caso el precio más bajo que corresponde a la mejor empresa, pero no es necesariamente que el precio defina la mejor empresa sino también las características.

Benchmarking, proceso sistemático y continuo de evaluación de los productos, servicios y procesamientos de trabajo de las empresas, las cuales se reconocen como representantes de las mejores prácticas y cuyo propósito es el mejoramiento organizacional. Su objetivo es que al adaptarla e implementarla en la organización, el resultado sea conseguir esta alcance a la competencia directa y proporcionará una ventaja competitiva mayor a la de ésta.

### Apéndice o Cuestionario

En las siguientes afirmaciones debes marcar una, y solo una, de las siguientes opciones.

Tabla 3 Escala de Linkerl

<b>Muy bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Fuente: Ind. data 11(2), 2008

- 1 ¿Qué nivel de credibilidad de crédito tiene su empresa? [ ]
- 2 ¿Hasta qué punto se permite a un trabajador implementar mejoras en su puesto de trabajo? [ ]
- 3 ¿Cuál es el nivel de creatividad de los trabajadores que más influyen en las actividades de la empresa-compañía? [ ]
- 4 ¿Cuál es el nivel de creatividad de los trabajadores que más influyen en las actividades de la empresa-compañía? [ ]
- 5 ¿Cuál es el nivel de experiencia de los trabajadores que más influyen en las actividades de la empresa-compañía? [ ]
- 6 ¿Cuál el nivel de desperdicio económico del capital fijo en la empresa-compañía? [ ]
- 7 ¿Hasta qué punto-nivel los productos o servicios cumplen con los requisitos ecológicos adecuados? [ ]
- 8 ¿Cuál es el nivel de endeudamiento externo de su empresa-compañía? [ ]
- 9 ¿Cuál es el nivel de beneficios en su empresa-compañía (son los ingresos superiores a los costes)? [ ]
- 10 ¿Cuál es el nivel de incrementos de ventas (medido año)? [ ]
- 11 ¿Hasta qué punto tiene una Marca influencia en las decisiones de compra de sus clientes? [ ]

Nunca	Raras veces	Alto	Muy alto
1	2	3	4

Fuente: Ind. data 11(2), 2008

- 12 ¿Con qué frecuencia se derivan conclusiones constructivas una vez finalizado un proyecto exitoso u otras actividades? [ ]
- 13 ¿Con qué frecuencia puede un cliente negociar precios? [ ]
- 14 ¿Con qué frecuencia puede un cliente comprobar los productos o servicios antes de adquirirlos? [ ]

Ninguno	Algunos	Bastantes	Todo
1	2	3	4

Fuente: Ind. data 11(2), 2008

- 15 ¿Cuántos datos-información se guarda relativa a los proyectos, empresas y procesos en su empresa compañía? [ ]
- 16 ¿Cuántos productos o servicios, que son ofrecidos por su empresa-compañía tienen una garantía (mantenimiento gratuito, servicios o reparación)? [ ]

1. Ninguna	Muy poca	Mucha	Total
2. Ninguno	Bajo	Alto	Extremo
3. Ninguna	Baja	Alta	Sin limite
posibilidad	Raras veces	A menudo	Siempre



4. Nunca			
1	2	3	4

Fuente: Ind. data 11(2), 2008

17 ¿Con qué libertad cuentan los empleados a la hora de decidir cómo realizan sus tareas? [ ]

18 ¿Qué nivel de amenaza-peligro representan para la empresa-compañía los países en desarrollo (China, India, Brasil)? [ ]

19 ¿Hasta qué punto puede la empresa-compañía utilizar jornadas laborales flexibles? [ ]

20 ¿Con qué frecuencia su empresa-compañía planifica el ciclo de vida de sus productos o servicios antes de lanzarlos al mercado? [ ]

1. Muy negativo	Negativo	Positiva	Muy positiva
2. Muy poco	Poco	Mucho	Fuertemente
3. Sin cambios	Pequeños cambios	Grandes cambios	Cambios radicales
4. Muy difícil	Difícilmente	Fácilmente	Muy facil
1	2	3	4

Fuente: Ind. data 11(2), 2008

21 ¿Cuál es la actitud de los clientes en su país en relación con los productos ofrecidos en su sector de mercado? [ ]

22 ¿Hasta qué punto la calidad de sus productos depende de la calidad de las materias de producción? [ ]

23 ¿Hasta qué punto ha cambiado su empresa la tecnología en los últimos 5 años (tecnología relativa a los modos de producción, oferta de servicios u otras técnicas utilizadas por seres humanos)? [ ]

24 ¿Qué dificultad encontraría la empresa-compañía para salir del sector y mercado actual? [ ]

25 ¿Ha comprado alguna vez algún producto que se fabrica aquí? [ ]

26 ¿Recomienda los productos que usted mismo fábrica? [ ]

27 ¿Es importante para usted esta empresa en el sector económico que lo rodea? [ ]

28 ¿Qué tan difícil sería para usted encontrar una empresa con el mismo nivel? [ ]

(Ortega, s.f.)

### Comentarios Finales

En base a los resultados obtenidos del benchmarking que se aplicó a las dos empresas madereras, se concluye que la empresa que fue mejor según sus características y las ponderaciones que se le brindaron la mejor empresa en cuanto a la fabricación de las molduras fue Forestal Alfa S.A de C.V., debido a que fue la que obtuvo menor precio por punto y más E (excelentes) en la investigación. Además, de acuerdo con el diagrama causa-efecto de Ishikawa (análisis de pescado) las causas que generan este problema, se le hicieron algunas recomendaciones que se podrían tomar en cuenta para solucionar dicho problema.

### Índice de Alfa de Cronbach

El método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica.

Una vez aplicado el índice de Alfa de Cronbach mediante el programa informático llamado Microsoft Office Excel, se obtuvo un resultado de 0.8117, lo que significa que es un indicador bueno para el presente estudio sobre las celdas solares.

<b>Cronbach</b>	<b>0.8117</b>
<b>Chi cuadrada</b>	<b>0.422</b>
<b>Benchmarking (Forestal Alfa)</b>	<b>2.34</b>

Tabla 38 Tabla de resultados.

Fuente: Elaboración propia

## Referencias

*¿Qué es la calidad?* (s.f.). Obtenido de <http://www.facmed.unam.mx/emc/computo/infomedic/presentac/modulos/ftp/documentos/calidad.pdf>  
Cuestionario para evaluar la situación de la empresa. (s.f.).

*Diplomado a distancia ¿que es la calidad?* (s.f.). Obtenido de  
<http://www.facmed.unam.mx/emc/computo/infomedic/presentac/modulos/ftp/documentos/calidad.pdf>  
Emilio Quintero García, S. V. (octubre de 2009). Diagnostico para la implementación de. Bogota, D.C.

Facchin, J. (10 de septiembre de 2017). *el blog de José Facchin*. Obtenido de el blog de José Facchin: <https://josefacchin.com/benchmarking/>

Guzmán, L. S. (2013-2018). *Marketing Online y Negocios*. Obtenido de Marketing Online y Negocios:  
<https://marketingnegociosporinternet.blogspot.com/2014/08/el-benchmarking-en-que-consiste-este.html>

Homer TLC, Inc. (2018). Del. coyoacan.

*inegi*. (1991). Obtenido de inegi:

[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118303/702825118303\\_2.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118303/702825118303_2.pdf)

*masisa*. (2018). Obtenido de masisa: <https://www.masisa.com/chi/productos/>

Ortega, F. (s.f.). *competitividad empresarial barometr*. Obtenido de competitividad empresarial barometr:  
<http://competitiveness.sensorium24.com/es/sobre-los-autores>

porter, m. (1991). on competition and strategy. En *on competition and strategy* (pág. 4). harvard.

UNESCO. (S/F). Obtenido de Nomenclatura internacional de UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología:

# LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN Y LA REFLEXIÓN COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL AULA

M. en P. D. Diana Guadalupe Flores Millán<sup>1</sup>, L. en G. y O. T. Ismael De la Cruz Orozco<sup>2</sup>, L.L.L. Lidia Guadalupe Velasco Cárdenas<sup>3</sup>, D. en T. e I.E. Francisco Octavio Colín Plata<sup>4</sup>

## Resumen

**La reflexión es todo un proceso, es considerada la piedra angular para modificar la práctica, se considera que los maestros reflexivos aceptan con frecuencia la realidad cotidiana y buscan alternativas para solucionar problemas, lo que implica la consideración activa, persistente y cuidadosa de cualquier creencia o práctica tomando en cuenta las razones que la sostienen y las consecuencias que puede tener a futuro. La reflexión toma importancia porque cuando se hace consciente puede comprenderse el aprendizaje humano el cual es considerado como un proceso activo que intenta solucionar problemas en la acción, por lo que la reflexión es imprescindible en el hecho de aprender. Todo este proceso reflexivo que motiva a experimentar esa experiencia reflexiva posibilita el dominio del sí mismo, como la comprensión y el control en la acción sobre la realidad docente como personal del ser.**

**Palabras clave:** *Investigación-acción, innovación, reflexión práctica docente*

## Introducción

En ocasiones nos nombramos docentes por trabajar en una o en varias instituciones y por estar frente a un grupo de alumnos y “transmitirles” el conocimiento. Nuestra labor sigue por convivir con los jóvenes y enfrentar diferentes experiencias en el aula, algunas de las más comunes son molestarnos por no tener la atención de los estudiantes o evidenciarlos cuando se duermen en clase o cuando no quieren participar, pero, ¿realmente el estar frente a ellos y evidenciarlos nos hace ser docentes? Los hechos son los que hablan de nuestro trabajo.

El presente trabajo está basado en la investigación-acción porque partió de la necesidad de cuestionarnos como docentes ¿cómo es nuestra práctica dentro del aula?, por tal motivo, nuestro objetivo es mostrar que la práctica reflexiva permite una enseñanza consciente del contexto y un aprendizaje significativo para los estudiantes.

Es importante señalar que el ser docente implica un deber de humildad y de responsabilidad, nadie mejor que uno mismo tiene en sus manos el poder de cambio en su respectiva aula. Recordemos que el individuo es un ser dinámico, por lo tanto, cada día se aprende algo nuevo, de ahí que la formación del profesor no es estática, sino permanente y al estar analizando constantemente su contexto y dar soluciones lo convierte en un profesor reflexivo.

Por ello, es necesario aplicar en este contexto de la educación lo que es la reflexión en la práctica, lo que significa que ser un profesor reflexivo no solo nos exige soportar, envejecer en consecuencia de nuestra propia práctica, sino también implica un compromiso dinámico por parte del profesor a fin de ir más allá de las pautas y comportamientos de rutina que caracterizan el quehacer humano.

Volverse un profesor reflexivo es un proceso que en esencia no tiene final o término alguno ya que se trata de un compromiso permanente con el crecimiento, el cambio, el desarrollo y el perfeccionamiento. Schön refiere que es conversación reflexiva en el que involucra al educador a los estudiantes, a los padres y a otros, maestros. Sin embargo, no hay ninguna fórmula sencilla para alcanzar el éxito ni un método garantizado que permita convertirse en un educador reflexivo, como tampoco hay métodos que garanticen que uno será un buen docente.

El profesor reflexivo ha de estar en permanente revisión de las decisiones que adopta, de los métodos, de la evaluación que diseña, de las relaciones que práctica. Introducirse en una espiral sin fin de perfeccionamiento. Para Perrenoud debemos de hacer de ellos la parte central de nuestra profesión.

---

<sup>1</sup> Docente del Plantel Isidro Fabela Alfaro de la Escuela Preparatoria, UAEM, [dgfm149@gmail.com](mailto:dgfm149@gmail.com) Maestra en Práctica Docente Especialista en reflexión docente (autor correspondiente), miembro del cuerpo académico Innovación Educativa de las Ciencias.

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo del Plantel Isidro Fabela Alfaro de la Escuela Preparatoria, UAEM [islacruz@gmail.com](mailto:islacruz@gmail.com) Especialista en el área de las ciencias experimentales y miembro del cuerpo académico Innovación Educativa de las Ciencias.

<sup>3</sup> Docente del Plantel Isidro Fabela Alfaro de la Escuela Preparatoria, UAEM, [lidiavecar@gmail.com](mailto:lidiavecar@gmail.com) especialista en el área de español y las humanidades cronista del Plantel

<sup>4</sup> Director del Plantel Isidro Fabela Alfaro de la Escuela Preparatoria, UAEM, [ingfcocolin@gmail.com](mailto:ingfcocolin@gmail.com) Líder del cuerpo académico, Innovación Educativa de las Ciencias especialista en tecnologías para la educación

La práctica reflexiva, desde la transversalidad está presente en la labor instructiva y educativa del profesor, en sus relaciones y que trasciende lo meramente didáctico, para definirse como un modelo desde el que el docente ha de desempeñar su profesión.

### **Desarrollo**

Como profesores enfrentamos con frecuencia situaciones previstas e imprevistas en la práctica docente, de la misma forma, tales sucesos los calificamos como irregulares o malas jugadas del día, las cuales se las atribuimos a los estudiantes. Esta clase de acciones deviene por la falta de sensibilidad del docente. Sucedería lo contrario si éste suspendiera los juicios sobre dichos acontecimientos y viera su realidad con otras lentes, desde su sensibilidad subjetiva, para escuchar y conocer lo que le gritan esos eventos, de esa manera se acercará a reflexionar su práctica enriquecida por la participación de los alumnos, expresada quizás con cierto incumplimiento o indisciplina desarrollado en el contexto del aula, siendo aquí el espacio donde se desarrollan nuestras acciones y los actores son los alumnos. Por supuesto que aquellos actores son los que emiten los efectos del protagonismo que llegamos a tener los maestros, por lo tanto, esta situación es la que nos hace acercarnos a revisar nuestra práctica docente.

La reflexión y el análisis de la práctica para un docente profesional es una labor constante, no sólo para mejorar, sino para reconocer el valor de nuestro quehacer. “La práctica profesional de los docentes se caracteriza por su complejidad, es dinámica, interactiva y ocurre en un contexto específico y continuamente cambiante. La formación docente tiene como eje curricular el espacio de la Práctica, en el cual confluyen, se integran, se reconceptualizan, se reutilizan, el resto de los espacios curriculares, tanto de la orientación disciplinar como de la fundamentación” (Boubée, Delorenzi y Rey, 2008: 379); bajo esta perspectiva se sostiene la relación existente entre nuestras ideas y la práctica, lo cual habilita la cuestión epistemológica que resulta de la teoría y la práctica. Considero que se tiene que entender la práctica como una acción construida, desde el aspecto histórico, social y político, por ende, se tiene que entender desde un panorama interpretativo y crítico.

Entonces, la práctica genera conocimiento, así como la teoría, porque es capaz de enriquecer el análisis y la comprensión, de esos conocimientos en y sobre la práctica el profesional en el proceso de reflexión sobre su práctica debe apropiarse.

Sobre esta premisa, se utilizarán algunos elementos de la investigación acción para el conocimiento como docentes y como personas. De acuerdo con John Elliot, entiéndase como investigación acción “un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma. La entiende como una acción sobre las reflexiones humanas y las situaciones sociales vividas por el profesorado que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) de los docentes de sus problemas prácticos. Las acciones van encaminadas a modificar la situación una vez que se logre una comprensión más profunda de los problemas” (citado en Latorre, 2005:24).

Desde nuestro punto de vista, el modo de entender la “modificación de la situación” pone énfasis en la actuación docente, para aprender a enseñar en escenarios reales, dinámicos y complejos, de los cuales, el profesor tiene que apropiarse de teorías que pueden contrastar con su adecuación a la realidad áulica para adecuarlas, aceptarlas o desecharlas. Que quede claro que esta situación no consiste en transferir una teoría, más bien, tiene que ver con la contrastación crítica en contextos reales.

En suma, la investigación acción se aplica a una realidad social, es decir, a un panorama complejo para sus actores, por ello es necesario implementar un plan de acción que permita corregir los hábitos negativos, los detectados o los que falta encontrar, para beneficio de los profesores que viven aquellos procesos. La investigación acción al aplicarse a una realidad social es porque, bajo nuestro contexto, la aplicamos en el entorno pedagógico y educativo, de esa manera, resulta adecuada como una estrategia que permita analizar la práctica docente, para que así, se reconozcan errores, aciertos, habilidades, competencias como ser humano y como agente social para la superación en el rubro didáctico.

Siguiendo con la línea de la investigación acción, es necesario aplicar otras propuestas, una de ellas y que se destaca es la que señaló Kemmis, para él la investigación acción consiste en la

“[...] indagación autoreflexiva realizada por quienes participan (profesores, alumnos, o dirección por ejemplo) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre las mismas; y c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo)”. (Citado en Latorre, 2005, pág. 24).

En relación con la cita, arriba mencionada, es imprescindible utilizar la investigación acción, porque en el proceso de indagación para encontrar las problemáticas se incluye la participación de otros actores del mismo espacio social, en este caso es en el académico, lo cual ayuda a reflexionar en el entorno.

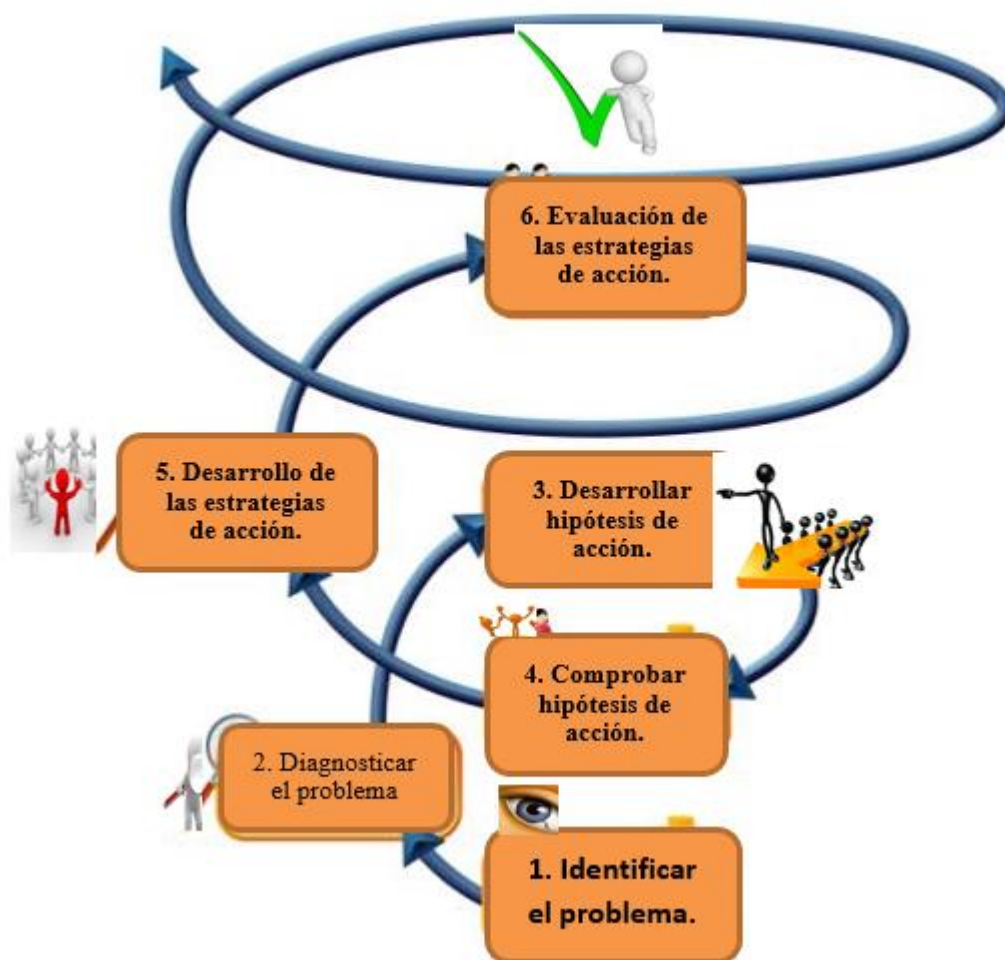
Desde nuestra perspectiva, consideramos sustancial llevar a cabo acciones que involucren un número mayor de participantes en los procesos de la investigación, sólo así, se incluirán en un ambiente de integración y participación

frecuente de cada uno de los actores en la búsqueda de conseguir mejores condiciones de enseñanza. Por ello, bien lo menciona Latorre “[...] la investigación acción es vista como una indagación práctica realizada por el profesorado, de forma colaborativa con la finalidad del mejorar su práctica educativa a través de acciones y reflexión” (2005, pág. 24). En efecto, al trabajar la indagación, se tiene que generar consciencia de nuestras acciones para no actuar de forma impulsiva, sino reflexiva y adecuada al contexto en el que nos desarrollamos.

Para acercarse un poco más a la investigación acción y entenderla, se cita a John Elliot (2000), quien basándose en Carr y en Kemmis, explica que sea cual fuere la ciencia educativa adecuada y coherente se tiene que preocupar de identificar y plantear elementos de orden social que estropean el cambio racional, para presentar propuestas teóricas que permitan a los docentes, y a sus demás actores, adquirir consciencia y ejecutar soluciones (Elliot, 2000, pág. 17).

La investigación acción nos abre esas posibilidades de mejorar nuestra práctica, pues tenemos que actuar de manera consciente, reflexiva y analítica. Por ello, Elliot manifiesta que a través de espirales de investigación acción, los profesores desarrollan sus teorías con base en un método parecido al que aplican los científicos naturales.

En este caso, como ya se ha hecho mención, es en el contexto áulico donde aplico la investigación-acción, en ese lugar es en donde se descubren las situaciones que estropean la práctica, para ello, y con base en Elliot, se aplica lo siguiente. Véase el esquema:



Elaboración propia con base en Elliot.

Con ese esquema, el objetivo es realizar cambios necesarios en la práctica docente, asumiendo un papel no sólo como espectadores, sino también como actores de nuestra realidad, esto puede ser posible con una relación bipartita entre la investigación acción y la reflexión.

Consideramos a la reflexión como una experiencia, un medio y un método de pensar para educarnos, el objeto de estudio de ella es el propio docente, su realidad y su contexto, lo que permite desarrollar el pensamiento reflexivo el cual, J. Dewey (1989, p. 28) refiere como una consideración activa, creciente, persistente y cuidadosa acerca de



cualquier creencia o forma supuesta de conocimiento, a la luz de los fundamentos en los que se basa y de las conclusiones de que se deriva.

Es aquí donde la reflexión se ve motivada por dos factores: “a) un estado de duda que lleva a la mente humana a volver sobre lo conocido y a darle la vuelta a los problemas, es decir, pensar de manera consiente sobre la realidad en que se encuentra situado el hombre, y b) un deseo de investigar, de hallar la verdad o la solución a los problemas que la duda constructiva sea la que genera esa experiencia reflexiva.” (Brubacher, 2000, pág. 31)

La reflexión es considerada la piedra angular para modificar la práctica, cree que los maestros reflexivos aceptan con frecuencia la realidad cotidiana y buscan alternativas para solucionar problemas, lo que implica la consideración activa, persistente y cuidadosa de cualquier creencia o práctica tomando en cuenta las razones que la sostienen y las consecuencias que puede tener a futuro.

Como lo menciona Dewey “la reflexión no implica tan sólo una secuencia de ideas, sino una consecuencia, esto es, una ordenación consecuencial en la que cada una de ellas determina la siguiente como su resultado, a su vez, apunta y remite a las que le re cedieron” (1998, pág. 22) Presenta como fases del pensamiento: La postura de la práctica reflexiva debe de convertirse en una acción permanente suscrita a una acción analítica y crítica, proponiendo una epistemología reflexiva y del conocimiento de la acción.

Con todo esto podemos decir que la reflexión toma importancia porque cuando se hace consciente puede comprenderse el aprendizaje humano el cual es considerado como un proceso activo que intenta solucionar problemas en la acción, por lo que la reflexión es imprescindible en el hecho de aprender. Todo este proceso reflexivo que motiva a experimentar esa experiencia reflexiva posibilita el dominio del sí mismo, como la comprensión y el control en la acción sobre la realidad docente como personal del ser.

Donald Schön atribuye el concepto de profesional reflexivo lo sustenta con la racionalidad. La cual se considera como una epistemología de la práctica que se deriva de la filosofía positivista y se construye sobre los principios de la investigación universitaria contemporánea (Shilis, 1978 citado por Shön, Pág. 1) y la teoría de la acción.

Ante lo mencionado, consideramos que ser un profesor reflexivo no solo nos exige soportar, envejecer en consecuencia de nuestra propia práctica, sino también implica un compromiso dinámico por parte del profesor a fin de ir más allá de las pautas y comportamientos de rutina que caracterizan el quehacer humano.

Volverse un profesor reflexivo es un proceso que en esencia no tiene final o termino alguno ya que se trata de un compromiso permanente con el crecimiento, el cambio, el desarrollo y el perfeccionamiento. Schön refiere que es conversación reflexiva en el que involucra al educador a los estudiantes, a los padres y a otros, maestros. Sin embargo, no hay ninguna fórmula sencilla para alcanzar el éxito ni un método garantizado que permita convertirse en un educador reflexivo, como tampoco hay métodos que garanticen que uno será un buen docente.

La práctica reflexiva, es de una acción permanente y se inscribe dentro de una acción analítica, y de soporte a la acción, considera que todo el mundo reflexiona en la acción o sobre la acción, esto no indica que se dé la reflexión ya que puede ser episódica dentro de la cotidianidad, ubica en objetivos claros y alcanzables factibles de solución dentro de la actividad educativa (Perrenoud, 2010, pág. 2004).

La práctica de un docente pensador se genera desde su ejemplo, como agente crítico de su realidad inmediata y no tan inmediata, un profesor crítico no afirma que su conocimiento es único, total e incuestionable, al contrario, da apertura para que se genere una discusión constructiva. Permitir estas prácticas hace posible que mucho de los aprendizajes logren ser realmente significativos para los estudiantes, ya que se ven involucrados directamente en sus intereses y en sus necesidades, también les conduce a establecer relaciones entre el aprendizaje previo y el actual, pero lo más importante, es que se logra que esos conocimientos sean aplicados a sus múltiples contextos.

### ***Descripción y/o Análisis de resultados***

La reflexión en y sobre la acción es considerada un modelo para la formación práctica del profesorado. También ha de ser una forma de innovar su práctica y hacer de la enseñanza algo que pueda trascender en el aprendizaje del alumno, el proceso reflexivo educa y forma al docente como un elemento de cambio dentro y fuera del aula.

El objetivo fundamental de la investigación-acción es mejorar la práctica docente, en lugar de generar conocimientos. La producción y utilización del conocimiento se subordina a este objetivo sustancial y está condicionado por él. Tal fin no se manifiesta solo en los resultados de la práctica, también dentro de las cualidades específicas de las mismas prácticas. La investigación-acción consiste en el desarrollo de esta forma de comprensión práctica, constituye una forma de investigación que reconoce por completo la realidad a la que se enfrentan los prácticos con su carácter concreto desarrollándose desde una visión sintética u holística de la situación de conjunto, solucionando así el problema de la práctica y la teoría, tal como la percibe los docentes.

El pensamiento reflexivo no implica solamente una secuencia de ideas también una consecuencia, esto es, una ordenación consecuencial de ideas en la que cada una de ellas determina la siguiente como su resultado. Mientras que



cada resultado, a su vez, apunta y remite a las que precedieron. Este flujo de ideas que se encuentran conectadas requieren un orden, un segundo planteamiento es que estas no se perciben; solo se dan a pensar.

### **Conclusiones**

La reflexión en y sobre la acción es considerada un modelo para la formación práctica del profesorado. También ha de ser una forma creativa de concebir y hacer la enseñanza que trascenderá lo individual para fundamentarse en el trabajo colaborativo y tendrá su escenario en los contextos singulares, sin olvidar el marco social más amplio donde ambos se sitúan y que afectan a su práctica en la institución educativa.

Consideramos que cuando el docente reflexiona, educa con vitalidad trabaja desde un método de razonamiento dialéctico hacia uno paralelo y diverso, según las opciones presentes en su realidad.

Somos docentes, lo importante en nuestro proceso de formación es analizar nuestras circunstancias, la realidad que se nos atañe, porque si en la vida cotidiana el pensar, el sentir y el actuar van en direcciones disímiles, nuestro registro interno es de contradicción interna y genera sufrimientos, en ese sentido, “se es persona frente a otra persona; la persona humana es tal frente a otro sujeto de relaciones consigo misma, con los otros, con las cosas. La modificación de estas relaciones para humanizarlas se hace manifiesta en el desempeño social, es decir, en la manera de ser, de pensar y de actuar” (Vaca, s/f: 5). Lo importante de este proceso de formación permanente es que el docente, oriente su vida, aprenda a orientar la acción coherente en lo social y en lo personal, en la búsqueda del bienestar humano y la esencia de su existencia, porque la educación es vital para las ideas en cada tiempo.

El ser pensador implica tener un objetivo en tiempo, en espacio y en acciones consideradas, porque esto es lo que nos va a guiar para analizar los procesos de inferencia, de explicación, interpretación, evaluación y de autorregulación, con la finalidad de pensarse detenida y profundamente. Cuando el profesor pensador actúa y se ve a sí mismo desde un punto reflexivo, entonces, lo mismo pretenderá desarrollar en sus alumnos, porque no le son ajenos a su entorno, al contrario, son ellos quienes le están ayudando y le están motivando a pensarse detenidamente.

### **Referencias Bibliografía**

- Brubacher, J. W. Case, Ch. W., Reagan, T. G. (2000). “La práctica reflexiva y el docente” en *Cómo ser un docente reflexivo*. España: Gedisa. Págs. 17-44.
- Corrales, M. M., (2005). “El profesor como pensador (crítico)” en Lozano R. A. (coord.) *La reflexión en la enseñanza*. México: Trillas. Pp. 212-226.
- Philippe, Perrenoud (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar, Profesionalización y razón pedagógica*. Barcelona: Graó. Pp.69-83.
- Schön, D. (1987). “Modelos y límites de la reflexión desde la acción a través de las profesiones” en la formación de profesionales reflexivos”. España: Paidós. Págs. 243-249.
- Vaca, P. I. (s/f). “La educación permanente”. México: CIPAE.

### **Notas Biográficas**

**M. en P. D. Diana Guadalupe Flores Millán.** Docente del Plantel Isidro Fabela Alfaro de la Escuela Preparatoria de la UAEMéx, México. Tiene especialidad en Metodología para la investigación educativa y especialidad en Enseñanza de la Historia de México. Autora de cinco artículos sobre la reflexión docente y evaluación. Ha dirigido seis tesis de Licenciatura en Pedagogía y Educación Indígena en la Universidad Pedagógica Nacional 151 Toluca, Sede Regional Ixtlahuaca. Ponente en 22 Coloquios nacionales e internacionales

**L. en G. y O. T. Ismael De la Cruz Orozco.** Especialista en Geografía y Ordenación del Territorio, Profesor de Tiempo Completo del Plantel Isidro Fabela Alfaro de Escuela Preparatoria de la Universidad Autónoma del Estado de México, autor de cinco artículos sobre la reflexión docente en la mejora de la práctica educativa y evaluación, integrante del cuerpo de investigación Innovación Educativa de las Ciencias Ponente y conferencista magistral en más de 22 eventos académicos como Coloquios, Encuentros, Simposios nacionales e internacionales.

**L.L.L. Lidia Guadalupe Velasco Cárdenas.** Licenciada en Letras Latinoamericanas. Profesora del área de español y Humanidades en el Plantel Isidro Fabela Alfaro. Colaboradora del Cuerpo Académico Innovación Educativa y miembro del Colegio de Cronistas de la UAEMéx. Participación con publicación de crónicas, coloquios de autor y conferencias referentes a estudios literarios e identidad universitaria.

**D. en T. e I.E. Francisco Octavio Colín Plata** profesor de tiempo completo y Director del Plantel Isidro Fabela Alfaro de la Escuela Preparatoria de la UAEMéx, Términos sus estudios de Postgrado en la Administración de Instituciones Educativas en el Tecnológico de Monterrey, Toluca, México y recientemente obtuvo el grado de Doctor en Tecnología e Innovación en la Educación con el trabajo "Google Classroom: Una propuesta para innovar la práctica docente en el seguimiento del trabajo colaborativo de los alumnos, Caso de estudio Plantel Isidro Fabela Alfaro de la escuela Preparatoria de la UAEMéx"

# LA CUSTODIA COMPARTIDA COMO UN DERECHO DE LOS HIJOS MENORES DE EDAD

Dra. Evangelina Flores Preciado<sup>1</sup>, Dra. Alicia Vicente Rodríguez<sup>2</sup>, Mtro. Marco Antonio Villalobos Flores<sup>3</sup>, Mtra. Ana Edith Canales Murillo<sup>4</sup>

**Resumen:** En el presente trabajo se hace una revisión de los nuevos criterios emitidos por el máximo órgano jurisdiccional, así como por los tribunales federales en relación con el tema de la custodia compartida, analizada desde el punto de vista del derecho que tienen los hijos menores de edad a una sana convivencia con ambos progenitores, a partir de la separación o del divorcio de sus padres. Las decisiones o fallos de los jueces deben estar orientados y apoyados en estos criterios y también en los principios constitucionales y convencionales que rigen en materia familiar y en relación a los derechos de niñas, niños y adolescentes, entre los que destaca el interés superior del menor. El criterio que prevalece en cuanto a este principio es que resulta más efectivo para el hijo cuando la guarda y custodia se comparten ya que armoniza los derechos del padre y de la madre, lo cual redundará en beneficio para los menores de edad, en virtud de que les provee de calidad de vida al ser dos personas en igualdad de condiciones y circunstancias y no solo una los que responden y satisfacen sus necesidades.

**Palabras clave:** Patria potestad, custodia, régimen de visita, derechos humanos de niñas, niños y adolescentes, custodia compartida.

## Introducción

En el presente artículo se analiza el tema de la custodia compartida desde el punto de vista del derecho que tienen los hijos menores de edad a una sana convivencia con ambos progenitores y a una protección integral, a pesar de la separación o del divorcio de sus padres. Además se revisan los recientes criterios emanados por los tribunales federales en relación a los principios que rigen en materia familiar, de guarda y custodia de menores de edad y en especial, de custodia compartida.

Dentro del derecho de familia la custodia compartida puede entenderse como un modelo de cuidado y atención para los hijos donde participan ambos progenitores posterior a la separación o del divorcio, procurando hacerlo en igualdad de circunstancias, condiciones y de mutuo acuerdo.

La investigadora María José Catalán afirma que la custodia compartida en opinión de algunos autores requiere de ciertas condiciones para que se desarrolle con éxito, por ejemplo, se necesita que los padres tengan una capacidad física y psicológica para cuidar al hijo; además disponer de tiempo para la atención y cuidado, también la cooperación entre los padres y una baja conflictividad entre ellos, incluyendo una buena percepción del otro como progenitor, junto con estilos educativos similares. Por lo que deduce que difícilmente habrá una custodia compartida efectiva si la relación de los padres está muy deteriorada como consecuencia del divorcio.<sup>5</sup>

En este sentido se puede establecer que la custodia compartida es una institución del derecho familiar que comprende un conjunto de derechos, deberes y obligaciones para los padres o tutores que recaen sobre la persona y bienes de sus hijos menores de edad o incapacitados, con la finalidad de salvaguardar sus derechos de la mejor manera.

Sin embargo, se tiene que diferenciar la custodia compartida de la patria potestad ya que ésta última constituye la institución fuente o el origen de la custodia compartida. Por ello, los tribunales de la Federación en sus

<sup>1</sup> Profesora investigadora de la Facultad de Derecho Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California. [lic.eflores@hotmail.com](mailto:lic.eflores@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Profesora investigadora de la Facultad de Derecho Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California. [avicente@uabc.edu.mx](mailto:avicente@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> Profesor de la Facultad de Derecho Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California. [lic.marcoavillalobosf@hotmail.com](mailto:lic.marcoavillalobosf@hotmail.com)

<sup>4</sup> Profesora investigadora de la Facultad de Derecho Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California. [anaecanales@hotmail.com](mailto:anaecanales@hotmail.com)

<sup>5</sup> Catalán Frías María José. La Custodia Compartida. Psicóloga de la Audiencia Provincial de Murcia. Pág. 73. [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/376707/TMJCF\\_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/376707/TMJCF_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

criterios de interpretación han definido a la patria potestad como un derecho fundado en la naturaleza de la relación paterno filial, reconocido y protegido por la ley, cuyo ejercicio corresponde ante todo, a los padres del menor, establecido principalmente en beneficio del menor, entre los que se encuentran de manera destacada la guarda y custodia de los hijos y la convivencia con ellos.<sup>6</sup>

El concepto de custodia compartida tiene su origen en el derecho anglosajón (*joint custody*). No obstante, como afirma el investigador Barcia Lehmann, ha probado ser el modelo más adecuado de guarda y custodia que impera en varios países de origen latino, como Francia e Italia y del common law como Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Canadá y Nueva Zelanda, así como en Alemania.<sup>7</sup>

En México, se incorpora la figura de la custodia compartida, a partir de las reformas al Código Civil para el Distrito Federal que se hicieron en el año 2004, en materia de guarda y custodia y derecho de convivencia de los menores sujetos a la patria potestad, mediante las cuales se modificaron los artículos 282 fracción V y 283 segundo párrafo, ambos del Código Civil para el Distrito Federal, instituyendo este nuevo modelo de custodia conjunta que le permite al juzgador determinarla atendiendo a las circunstancias particulares del caso y en beneficio del hijos menores de edad, y con la ventaja para ellos de que ya no prevalezca sólo el sistema de la custodia única o monoparental y el régimen de visita.

En la tesis número 171206 emitida por los Tribunales Colegiados de Circuito, de fecha octubre de 2007, se advierten los elementos que se deben tomar en cuenta para decretar la custodia compartida. Se deben atender diversos aspectos, tales como la situación familiar que impera en el entorno del menor, el trato o la relación que guardan los padres entre sí, las circunstancias que en su caso dieron origen a la separación o al divorcio, la conducta de éstos para con los menores, cuestiones tales como el lugar de residencia de los padres, el de la escuela del menor, la facilidad de traslado para estos lugares, además de las diversas actividades que pudiera realizar el menor, en donde debe ponderarse que habrá situaciones en las que pudiera ser procedente decretar la custodia compartida y otras en que no será posible determinar que los hijos permanezcan plena e ilimitadamente con ambos padres. Por otra parte, los demás elementos inherentes a la custodia, como son, la participación de ambos padres en la toma de decisiones de las cuestiones relevantes que incidan en la protección y desarrollo físico y espiritual de los hijos, así como en la satisfacción conjunta de la totalidad de las necesidades de éstos, todo ello aunado al derecho de convivencia con los hijos, de relacionarse con ellos, de estar al corriente de su vida y educación y sobre todo de participar activamente en la toma de las decisiones inherentes a su mejor desarrollo, relativas a su educación, formación moral y al control de sus relaciones con otras personas.<sup>8</sup>

Ahora bien, en cuanto a los derechos de las personas menores de edad la Convención sobre los Derechos del Niño, por una parte hace énfasis en la necesidad de protección de los niños por parte de los adultos, en virtud de la etapa de desarrollo en que se encuentran y de no haber alcanzado aún la madurez; pero por otra parte, ofrece una concepción distinta para los menores de edad, como resultado de la evolución del conocimiento en el proceso de desarrollo de los niños y de los adolescentes, pero también resultado de la evolución y superación de nuestras ideas sobre los derechos humanos. En esta nueva concepción se entiende al niño como sujeto titular de derechos autónomos y como un ciudadano en desarrollo.<sup>9</sup>

Este documento normativo, dispone en el artículo 3º que todas las medidas respecto del niño deben estar basadas en la consideración del interés superior del mismo. Corresponde al Estado asegurar una adecuada protección y cuidado, cuando los padres y madres u otras personas responsables, no tienen capacidad para hacerlo. Así mismo, en el artículo 9º establece que es un derecho del niño vivir con su padre y su madre, excepto en los casos en que la separación sea necesaria para el interés superior del propio niño. Es derecho del niño mantener contacto directo con ambos, si está separado de uno de ellos o de los dos.

---

<sup>6</sup> Tesis VII.2o.C.92 C, *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*, Novena Época, t. XXI, mayo de 2005, p. 1499. Reg. IUS. 178,389. SCJN. Temas selectos de Derecho familiar 2. Patria Potestad. Pág. 13.

<sup>7</sup> Barcia Lehmann, Rodrigo. Las dos formas de custodia compartida en caso de que los padres no estén de acuerdo: como régimen legal supletorio y con oposición de uno de los padres como régimen especial. Pág. 87. Universidad Nacional Autónoma de México, IJ-BJV, 2019 <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-privado/issue/archive>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2019.

<sup>8</sup> <http://sjf.scjn.gob.mx/SJFSist/Documentos/Tesis/171/171206.pdf>, fecha de consulta: 12 de abril de 2019.

<sup>9</sup> Fanlo, Isabel, *Derechos de los Niños. Una contribución teórica*, México, Distribuciones Fontamara, 2008, p. 10

Se puede afirmar, que con la custodia compartida se pretende que ambos progenitores continúen con la crianza de sus hijos aun después del divorcio, privilegiando en todo momento los derechos humanos de niñas, niños y adolescentes, principalmente el derecho a vivir en familia, a convivir con ambos padres y a no ser separado de ellos en los casos de divorcio, salvo que resulte perjudicial para su desarrollo. De esta manera se evita como lo señala Rivero Fidalgo que la ruptura entre los progenitores no genere una ruptura de los hijos con ellos, en particular con uno de los padres como se ha producido durante las últimas décadas por causa de la disolución conyugal<sup>10</sup> y en virtud de lo que conlleva la determinación de la custodia exclusiva a uno de los progenitores con régimen de visitas por parte del otro.

Por lo anterior y de conformidad con el ordenamiento jurídico mexicano, los principios que rigen mayoritariamente en el tema de la custodia compartida son: el principio del interés superior del menor y el principio de la corresponsabilidad. Estos encuentran su fundamento en el artículo 6º fracción I y IX de la Ley General de los derechos de niñas, niños y adolescentes.

Ahora bien, se explica el primer principio cuando en un proceso de divorcio sin conflicto o con la característica de conflictivo quienes resultan en mayor o menor medida afectados y se encuentran por lo tanto en una situación de vulnerabilidad son los hijos menores de edad. Es por ello, que las decisiones que se tomen en todo momento, deben estar fundadas en el interés superior del menor, lo que permitirá mitigar las afectaciones que se produzcan en su persona y que pueda lograr el desarrollo de su personalidad en forma adecuada.

En cuanto al principio de corresponsabilidad, Barcia Lehmann resalta la importancia de la participación de ambos padres en la crianza y educación de los hijos y menciona que la custodia compartida es una de las manifestaciones de dicho principio. Afirma que esta figura jurídica se ha estado imponiendo como régimen legal general y supletorio en varios países y que se ha apoyado en estudios psicológicos que revelan que los hijos de padres separados, que mantienen regímenes de custodia compartida, se desarrollan de mejor forma que los que tienen regímenes de cuidado exclusivo.<sup>11</sup>

Por otra parte, esta Ley General establece el derecho de prioridad que implica el cuidado y protección de los intereses del menor por encima de los derechos de los padres, poniendo en un nivel superior los derechos humanos de las personas menores de edad con respecto al resto de la sociedad.

### **Jurisprudencia y tesis aisladas de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, en materia de la patria potestad, la custodia compartida y el régimen de visitas como derecho de los niños.**

En este apartado se enuncian varias tesis de la décima época relacionadas con el ejercicio de la patria potestad, con la custodia y el régimen de visitas, así como con la custodia compartida, todas relacionadas con los derechos que tienen las niñas, niños y adolescentes.

1. El criterio que se desprende de la tesis que a continuación se menciona, trata del reconocimiento que hace la Ley General de los Derechos de Niñas, Niños y Adolescentes de los derechos que tienen los padres y demás cuidadores, de educar y formar a las personas menores de edad, atendiendo siempre al interés superior de la niñez, además de la obligación que impone a las autoridades federales y locales de proporcionar a quienes ejercen la patria potestad, los mecanismos adecuados para que lleven a cabo un buen ejercicio de la paternidad.

**(DERECHOS DE LAS NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES. LA LEY GENERAL RELATIVA RECONOCE LOS DERECHOS PARENTALES DE EDUCAR A LOS MENORES DE EDAD. SEGUNDA SALA. Amparo en revisión 203/2016. Rosario Celine Becerril Alba y otro. 9 de noviembre de 2016).**

2. El criterio de la siguiente tesis es que en relación con la convivencia de una persona menor de edad con sus progenitores, tanto con quien ejerce su custodia, como con el demandante de la controversia familiar, es necesario ejercer el control de convencionalidad difuso y revisar los tratados internacionales que nuestro país ha suscrito con la comunidad internacional; por lo que de la interpretación armónica de la Convención sobre los Derechos del Niño ratificada por México y la Carta Magna, se concluye que en caso de la separación del menor con alguno de sus padres, ante todo debe prevalecer el interés superior del niño y observarse las medidas necesarias que le permitan un adecuado y sano desarrollo psicológico y emocional, para cuyo efecto, resulta necesaria la convivencia con ambos padres, siempre que no exista algún factor grave que ponga en riesgo su seguridad o adecuado desarrollo.

<sup>10</sup> Rivero Fidalgo, Jenifer. La custodia compartida: análisis de la situación actual y su desarrollo jurisprudencial. Trabajo Fin de Master. Facultad de Derecho. Universidad de Oviedo. Pag.1

<sup>11</sup> Barcia Lehmann. Op. cit. Pág. 94

**(RÉGIMEN DE CONVIVENCIA DE MENORES. PARA DETERMINAR SI PUEDEN CONVIVIR CON SUS PADRES, TANTO CON QUIEN EJERCE SU CUSTODIA COMO CON QUIEN DEMANDÓ AQUELLA CONTROVERSIA FAMILIAR, LA AUTORIDAD DEBE EJERCER EL CONTROL DE CONVENCIONALIDAD DIFUSO Y PRIVILEGIAR EL DERECHO DE LOS NIÑOS A CONVIVIR CON AMBOS PROGENITORES.** Amparo directo 94/2012. 8 de marzo de 2012. Unanimidad de votos. Ponente: Jorge Humberto Benítez Pimienta. Secretario: Abel Ascencio López.)

3. La siguiente tesis se refiere a que el derecho de convivencia no es exclusivo de los padres sino también de los hijos ya que de conformidad con la Convención sobre los Derechos del Niño y la Carta Magna, las personas menores de edad tienen derecho a que se propicien las condiciones que les permitan un adecuado desarrollo psicológico y emocional, y para ello resulta indispensable la convivencia con ambos progenitores aun cuando alguno de ellos no ejerza la patria potestad; sobre todo cuando en el juicio correspondiente, obran elementos para advertir que no existe riesgo para que los menores convivan con el padre ausente. Por lo tanto el juzgador deberá ponderar las circunstancias del caso y decretar la convivencia tomando en cuenta la disponibilidad y los intereses de los menores. **(MENORES DE EDAD. EL DERECHO DE CONVIVIR CON SUS PROGENITORES DEBE PONDERARSE POR EL JUZGADOR EN TODOS LOS CASOS.** La Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, al resolver la contradicción de tesis 123/2009, de la que derivó la jurisprudencia 1a./J. 97/2009, publicada en el Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, Tomo XXXI, enero de 2010, p. 176).

4. El criterio que se desprende de la tesis que a continuación se menciona trata de que el interés superior de las personas menores de edad es más efectivo cuando la guarda y custodia se comparten ya que armoniza los derechos del padre y de la madre, lo cual redundaría en beneficio para los menores ya que los provee de calidad de vida al ser dos personas en igualdad de condiciones y circunstancias y no solo una los que responden y satisfacen sus necesidades, a diferencia de cuando se establece la custodia única. Por lo tanto, se debe privilegiar la custodia compartida cuando sea posible y en beneficio del desarrollo del menor ya que también propicia un fuerte lazo afectivo con ambos padres y reduce el sentimiento de pérdida que se da en los casos de divorcio con custodia única. **(GUARDA Y CUSTODIA COMPARTIDA. PROTECCIÓN MÁS AMPLIA DEL INTERÉS SUPERIOR DE LOS MENORES.** Amparo directo 20/2014. 3 de abril de 2014. Unanimidad de votos. Ponente: Miguel Enrique Sánchez Frías. Secretario: David Fernández Pérez.)

5. El criterio que se desprende de la siguiente tesis se refiere a que una de las formas en que se puede ejercer la guarda y custodia es la compartida, que es aquella en la que ambos padres tienen la custodia legal y física de sus hijos, esto conlleva a que deben compartir los derechos y responsabilidades en la educación, formación, manutención y toda actividad relacionada con la crianza de los hijos, y que por resolución judicial, gozan de igualdad en las decisiones y acciones que toman relativas a los menores, en igualdad de condiciones. Las modalidades para ejercer la custodia compartida son, que en una de ellas, los menores permanecen en el domicilio familiar y ambos progenitores en domicilios diferentes y acuden en momentos distintos tanto el padre como la madre para hacerse cargo del cuidado de los hijos, según lo acordado judicialmente. La otra modalidad es aquella donde los progenitores mantienen domicilios separados y es el menor quien cambia de domicilio ya sea cada día, cada semana, cada mes o cada año, para que el progenitor que corresponda se haga cargo de su cuidado y asistencia. En opinión personal se considera que en cualquiera de las dos modalidades de custodia compartida es favorable para el desarrollo integral de los hijos, siempre y cuando los padres sean consistentes con los tiempos de cuidado, asistencia y convivencia ya que en éstos casos se determina por igualdad en las condiciones, decisiones y acciones de los progenitores a favor de los menores hijos. **(GUARDA Y CUSTODIA COMPARTIDA. SU NATURALEZA JURÍDICA Y MODALIDADES.** Tesis 1a. XCVII/2012 (10a.) citada, integró la jurisprudencia 1a./J. 53/2014 (10a.), publicada en el Semanario Judicial de la Federación el viernes 27 de junio de 2014 a las 9:30 horas y en su Gaceta, Décima Época, Libro 7, Tomo I, junio 2014, pág. 217).

6. La tesis que sigue se refiere a los aspectos que deben considerar los jueces para fijar la custodia compartida ya que ésta no constituye una regla general sino otra forma de custodia, que es posible cuando los padres mantienen buenas relaciones y comunicación entre ellos a favor de los hijos, a pesar del divorcio y de los sentimientos negativos que conlleva, los cuales en el caso no se presentan o que han sido superados con ayuda profesional y por lo tanto no representan una amenaza para el buen desarrollo de los hijos menores de edad. Una vez que se determina por parte del juez la guarda y custodia compartida, se debe establecer con quien de los padres cohabitarán los menores el mayor tiempo, debiendo permanecer juntos si son varios los infantes, estableciendo los días de asistencia y cuidado de cada padre, tomando en cuenta horarios de trabajo de cada progenitor, procurando que la distribución sea equilibrada, para que no se confunda con el régimen de visitas o convivencia. **(GUARDA Y CUSTODIA COMPARTIDA. ASPECTOS QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA SU FIJACIÓN.** Amparo directo 20/2014. 3 de abril de 2014. Unanimidad de votos. Ponente: Miguel Enrique Sánchez Frías.)



Secretario: David Fernández Pérez).

7. El criterio que maneja la tesis que a continuación se presenta se refiere a que en los juicios de guarda y custodia donde se solicite el depósito del menor, el juez al momento de decidir a cuál de los padres le corresponde la guarda y custodia del menor, también debe considerar el derecho de convivencia que tiene el menor con el padre no custodio, con apoyo en el principio del interés superior del menor y tomando en cuenta que el menor debe ser visto como sujeto de derecho y no como objeto. **(DEPÓSITO DE MENORES. DEBE FIJARSE LA CONVIVENCIA OFICIOSAMENTE CONSIDERÁNDOLOS COMO SUJETOS Y NO COMO OBJETOS DE DERECHO.** Amparo en revisión 161/2016. 25 de agosto de 2016. Unanimidad de votos. Ponente: José Manuel de Alba de Alba. Secretario: Josué Rodolfo Beristaín Cruz).

8. La siguiente tesis se refiere al derecho de visita y convivencia que tienen las personas menores de edad en relación con sus progenitores, que debe catalogarse como un derecho fundamental del menor porque de esta forma se protege su interés superior ya que este derecho es de orden público y de interés social, y solo se impedirá esa convivencia con alguno de sus padres cuando se estime razonadamente que resultaría más perjudicial que benéfico al menor. Por lo tanto la autoridad judicial se encuentra obligada a tomar las medidas necesarias para decretar la convivencia en el modo y forma que beneficie a los menores y en caso de incumplimiento utilizar las medidas de apremio que establece la ley o dar parte al Ministerio Público por si se desprende algún delito. **(VISITA Y CONVIVENCIA DE LOS MENORES CON SUS PROGENITORES. ES UN DERECHO FUNDAMENTAL QUE TIENDE A PROTEGER EL INTERÉS SUPERIOR DE AQUÉLLOS SIENDO, POR TANTO, DE ORDEN PÚBLICO E INTERÉS SOCIAL (LEGISLACIÓN DEL ESTADO DE PUEBLA).**

9. El criterio que emana de la siguiente tesis es de gran importancia para el tema de la presente investigación sobre alienación parental ya que se refiere al régimen de convivencia entre las personas menores de edad con sus progenitores, que por alguna razón se encuentren separados o divorciados y que en aras de prevenir algún posible daño psicológico, incluso corregirlo, si es que lo hubiere, los padres deben asumir una responsabilidad absoluta respecto de sus menores hijos, pues el hecho de que se encuentren divorciados o separados de ningún modo implica que no puedan ser excelentes guías paternas; además de que los órganos jurisdiccionales y cualquier autoridad deberán tener en cuenta los referidos principios jurídicos, con respecto a la patria potestad, guarda y custodia, y el derecho a un régimen de visitas y convivencias. Hace referencia a lo dispuesto en el Código Civil del Estado de México que previene que en caso de separación de quienes ejerzan la patria potestad, el Juez habrá de resolver lo que corresponda en derecho, en torno a la controversia suscitada teniendo siempre en cuenta lo mejor para los intereses de los hijos menores de edad, quienes frente a la separación de sus padres son los que más resienten en el ámbito psicológico, social y económico. Ahora, por parte del derecho que tienen los niños de ser amados y respetados, sin condición alguna, sus progenitores están obligados a ejercer la guarda y custodia en un ambiente de comprensión, amor y máximo respeto, recurriendo a terapeutas especializados en salud mental cuando sea necesario, con la finalidad de entablar una mejor relación de convivencia con sus menores hijos, despojándose de todo resentimiento que llegase a perjudicarles, de modo tal que la convivencia de los infantes con uno y otro de sus padres, no debe generarles ningún desequilibrio emocional sino, por el contrario, que al convivir con cada uno de ellos se sientan queridos, respetados y protegidos, nunca manipulados o utilizados para satisfacer diversos intereses. **(CONVIVENCIA, RÉGIMEN DE. PRINCIPIOS JURÍDICOS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA PARA SU CORRECTO DESARROLLO ENTRE MENORES Y SUS PROGENITORES, CUANDO ÉSTOS SE ENCUENTRAN SEPARADOS O DIVORCIADOS. SEGUNDO TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA CIVIL DEL SEGUNDO CIRCUITO).**

10. La tesis que a continuación se enuncia resulta toral para el tema que motiva la presente investigación, ya que determina que el interés superior del menor como criterio ordenador de la Constitución, debe prevalecer en la atribución de la guarda y custodia, la cual según este principio siempre está pensada y orientada en beneficio de los hijos, finalidad que es común para el conjunto de las relaciones paterno-filiales y este criterio proteccionista se refleja también en las medidas judiciales que han de adoptarse en relación con el cuidado y educación de los hijos. Por lo tanto, este criterio vincula a los órganos jurisdiccionales, a los poderes públicos, a los padres y ciudadanos para que adopten las medidas que sean más adecuadas para las personas menores de edad, evitando siempre que el menor pueda ser manipulado y por el contrario buscando siempre su formación y desarrollo integral. **(INTERÉS SUPERIOR DE LOS MENORES Y ATRIBUCIÓN DE LA GUARDA Y CUSTODIA.** Amparo directo en revisión 1621/2010. 15 de junio de 2011).

#### Comentarios Finales

A manera de conclusión se puede señalar que los criterios jurisprudenciales y las tesis aisladas emitidas por el máximo órgano de control jurisdiccional, se considera que aportan sobremanera al presente ensayo sobre la



custodia compartida analizada desde el punto de vista del derecho que le asiste al hijo como persona menor de edad de convivir con ambos progenitores aun después del divorcio de sus padres en todo lo que le favorezca. También los criterios vertidos por los Tribunales de la Federación sobre temas afines como la patria potestad, guarda y custodia, sobre el régimen de convivencia, convivencia compartida y el régimen de visitas, son bastos, contundentes y claros, a la luz tanto de los derechos de niñas, niños y adolescentes, como de los deberes y responsabilidades de los padres, pero también de los principios jurídicos que rigen para la actuación de las autoridades en todos los ámbitos, destacando entre ellos, el interés superior del menor y el principio de corresponsabilidad. Un claro ejemplo de ello son las tesis presentadas en este apartado que dejan en claro que el máximo órgano constitucional ha emitido criterios claros y posiciones vanguardistas sobre el tema de la custodia compartida como institución del derecho familiar. Ello permite que los jueces de lo familiar al resolver los asuntos sobre esta temática se apoyen en estos nuevos criterios y que se vean reflejados en sus sentencias, aspirando a la garantía de los derechos de este grupo social llamado niñas, niños y adolescentes, pero también a lograr una justicia familiar.

Como recomendación, es imperativo que los padres aun cuando hayan disuelto su vínculo matrimonial, hagan el esfuerzo por proporcionarle a la niña, niño o adolescente un ambiente adecuado de amor, valores, respeto, comprensión y tolerancia, así como la satisfacción de sus necesidades materiales, culturales y de educación; con ello, permitirán a esta persona que se encuentra en pleno desarrollo, su inserción sana a la sociedad, en la cual su impacto será positivo. Por otra parte, si el Estado mexicano se orienta al logro de estos satisfactores en los niños, niñas y adolescentes, tendremos adultos más sanos y productivos en nuestro país.

#### Fuentes consultadas

Barcia Lehmann, Rodrigo. "Las dos formas de custodia compartida en caso de que los padres no estén de acuerdo: como régimen legal supletorio y con oposición de uno de los padres como régimen especial". Pág. 87. Universidad Nacional Autónoma de México, IJ-BJV, 2019 <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-privado/issue/archive>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2019.

Catalán Frías María José. "Custodia Compartida". Psicóloga de la Audiencia Provincial de Murcia. Pág. 73. [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/376707/TMJCF\\_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/376707/TMJCF_1.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Fecha de consulta: 18 de abril de 2019.

Fanlo Isabel (Compiladora). "Derecho de los niños". Una Contribución Teórica. Fontamara. México 2008.

Rivero Fidalgo, Jenifer. "La custodia compartida: análisis de la situación actual y su desarrollo jurisprudencial". Trabajo Fin de Master. Facultad de Derecho. Universidad de Oviedo. Pag.1. [http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/34762/3/TFM\\_RiveroFidalgo%2C%20J.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/34762/3/TFM_RiveroFidalgo%2C%20J.pdf)

Suprema Corte de Justicia de la Nación. "Temas Selectos de Derecho familiar 2. Patria Potestad". Pág. 13. Tesis VII.2o.C.92 C, *Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta*, Novena Época, t. XXI, mayo de 2005, p. 1499. Reg. IUS. 178,389.

www.scjn.gob.mx. Suprema Corte de Justicia de la Nación. Jurisprudencia y Tesis Aisladas. IUS. <http://sjf.scjn.gob.mx/SJFSist/Documentos/Tesis/171/171206.pdf>,

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%20000.pdf>.

# EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NANOPARTICULAS DE SILICIO Y SILICATO DE POTASIO EN LA CALIDAD POSCOSECHA DE FRUTOS DE PEPINO TRATADOS PRE Y POS COSECHA

Valeria Flores-Robles<sup>1</sup>, Susana González-Morales<sup>2</sup>, Gregorio Cadenas-Pliego<sup>3</sup>, Adalberto Benavides-Mendoza<sup>4</sup>, Antonio Juárez-Maldonado<sup>5</sup> y Álvaro Morelos-Moreno<sup>6</sup>.

**Resumen-** El silicio tiene efectos sobre la actividad antioxidante estimulando los mecanismos de defensa de la planta, por lo que en conjunto con la nano tecnología podría causar efectos positivos contra enfermedades durante la poscosecha. Surgiendo como objetivo: evaluar la calidad poscosecha de frutos de pepino tratados con NPs de Si pre y poscosecha. Las cuales mostraron efectos positivos como el aumento en el contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable, vitamina C y firmeza, por lo que se concluye que la aplicación de Si y NPs de Si mejoran la calidad poscosecha de los frutos y al aumentar la firmeza mejoran la vida de anaquel.

**Palabras Clave-** Nanopartículas, Silicio, Calidad, Poscosecha, Pepino

## Introducción

México es el segundo exportador mundial de pepino y el primer proveedor del mercado de Estados Unidos, principalmente en la época de invierno, cuando se produce esta hortaliza en invernaderos y se aumenta significativamente el rendimiento, desde 25-50 t·ha<sup>-1</sup> (campo abierto) hasta 80-180 t·ha<sup>-1</sup> en agricultura protegida (AP) (INTAGRI 2012). El pepino (*Cucumis sativus* L.) es uno de los cultivos más comúnmente producidos bajo PA ya que logra mayores rendimientos, calidad y seguridad. Además, el valor del pepino también radica en su forma de consumo, ya que puede consumirse fresco o procesado (USDA n.d.). Los frutos son comestibles y muy utilizados como ensalada. Sus frutos también eliminan el estreñimiento humano y son buenos para la digestión. (Rahman and Anisuzzaman 2008). El silicio (Si) es el segundo elemento más abundante tanto en la superficie de la corteza terrestre como en los suelos. El silicio está presente como ácido silícico en la solución del suelo en concentraciones que normalmente oscilan entre 0,1 y 0,6 mM, sin embargo, el silicio solo puede ser absorbido por la planta en forma de ácido monosilícico (Epstein 2009). El silicio (Si) puede estar involucrado en la actividad metabólica, fisiológica y / o estructural en plantas superiores expuestas a estreses abióticos y bióticos (Shen et al. 2010). El ácido monosilícico acumulado se polimeriza en ácido polisilícico y luego se transforma en sílice amorfa, que forma una membrana espesa de silicio-celulosa (Hodson and Sangster 1985) y que puede asociarse con pectina e iones de calcio (L. Waterkeyn, A. Bientait 1982). De este modo, una capa doble-cuticular protege y fortalece mecánicamente las plantas. Por otra parte, la nanotecnología puede revolucionar toda la cadena alimentaria, desde la producción hasta el procesamiento y almacenamiento de hortalizas y otros productos durante poscosecha (He et al. 2011). Tiene la capacidad de incrementar el rendimiento en los cultivos, el valor nutricional, la calidad de frutos, actividad antioxidante y el valor de los productos (Fu et al. 2014). Por lo tanto el objetivo del trabajo es evaluar la calidad poscosecha de frutos de pepino tratados con NP's de Si pre y poscosecha.

<sup>1</sup> La Ing. Valeria Flores Robles es estudiante de la Maestría en Ciencias en Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México [zeval09@hotmail.com](mailto:zeval09@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Susana González Morales es profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México [gfb\\_sgm@hotmail.com](mailto:gfb_sgm@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Gregorio Cadenas Pliego es profesor investigador del Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila, México. [gregorio.cadenas@ciqu.edu.mx](mailto:gregorio.cadenas@ciqu.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Adalberto Benavides Mendoza es profesor investigador en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [abemen@gmail.com](mailto:abemen@gmail.com)

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

<sup>6</sup> El Dr. Álvaro Morelos Moreno es profesor investigador en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [alvarinho001@gmail.com](mailto:alvarinho001@gmail.com)

## Descripción del Método

### *Desarrollo experimental y almacenamiento de frutos*

Este trabajo de investigación se lleva a cabo en los laboratorios del Departamento de Horticultura de la UAAAN. Como material vegetal se utilizan frutos de pepino de la variedad "Vitaly". Se desarrolló un experimento para obtener los frutos de pepino. Se utilizó como sustrato una mezcla de 50% peat moss y 50% perlita. El sistema de riego fue dirigido, y para la nutrición se utilizó solución Steiner(Steiner 1961).

Se evaluaron frutos tratados en pre y post cosecha con cuatro tratamientos los cuales fueron: T0= Testigo, T1=Silicato de Potasio 125 mg L-1 (ASi 125), T2= Silicato de Potasio 250 mg L-1 (ASi 250), T3= Silicato de Potasio 500 mg L-1 (ASi 500), T4= NP's de Si 125 mg L-1 (NSi 125), T5= NP's de Si 250 mg L-1 (NSi 250), T6= NP's de Si 500 mg L-1 (NSi 500). La aplicación de los tratamientos en pre cosecha fue de forma foliar a las plantas cada 15 días. La aplicación de los tratamientos en poscosecha se llevó a cabo en frutos obtenidos de plantas sin ningún tratamiento. Fue directamente a los frutos, una sola vez inmediatamente después de la cosecha por medio de atomización. Después de aplicar los tratamientos a los frutos, se dejaron secar a temperatura ambiente y luego fueron procesados.

Los frutos fueron almacenados a temperatura ambiente ( $20\pm 1^\circ$  C) y se evaluaron tres tiempos de almacenamiento: al momento de la cosecha, cinco y diez días después de la cosecha.

### *Evaluación de Sólidos Solubles Totales ( $^\circ$ Brix) en frutos*

Se determinaron siguiendo el método de 932.15 de la AOAC (2000), utilizando un refractómetro digital, PR-101, ATAGO PALETTE, 0-45, Tokio, Japón. Se tomó una gota de jugo previamente extraído del fruto, esta gota se colocó en el sensor óptico del refractómetro para obtener la lectura correspondiente, la cual se expresó como porcentaje de sólidos solubles totales.

### *Determinación de acidez titulable (%Ac. Cítrico)*

Se determinó por el método 942.15 de la AOAC (2000), utilizando una solución valorada de NaOH 0.1 N y fenoftaleína como indicador. Se reportó como porcentaje de ácido cítrico. Se pesaron 10 g de muestra por cada tratamiento y se agregaron 50 ml de agua destilada, se pasa esta mezcla a una probeta marca Kimax de 100 ml, se midió el volumen, se filtró. Posteriormente, se tomó una alícuota del líquido filtrado agregándosele 3 gotas de fenoftaleína como indicador y se procedió a titular con el Hidróxido de Sodio al 0.1 Normal (N). los resultados se expresaron en % ácido cítrico.

### *Determinación de Vitamina C*

Esto se determinó mediante el método de titulación con 2,6 diclorofenolindofenol [51]. Se pesó un total de 10 g de fruta fresca y se maceró en un mortero con 10 ml de HCl al 2%, y luego se filtró a través de una gasa absorbente estéril en un matraz aforado de 100 ml. Se tomó una alícuota de 10 ml y se valoró con 2,6-diclorofenolindofenol hasta obtener una coloración de rosácea persistente. Los resultados se expresaron en mg de 100 g – 1 de peso fresco.

### *Determinación de firmeza*

La firmeza de la fruta se determinó con un penetrómetro manual (WAGNER INSTRUMENTS, modelo FDK 20, Greenwich, CT, EE. UU.). Para ello, se realizaron mediciones en tres puntos diferentes de la fruta y se obtuvo el promedio.

### *Diseño experimental*

El cultivo se estableció usando un diseño experimental completamente al azar, con siete tratamientos y seis 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

### *Contenido de Sólidos Solubles Totales ( $^\circ$ Brix)*

Se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 1) en fruto tratados pre y poscosecha, en poscosecha a los 0 días se observa un aumento del 11.9% en el tratamiento de NSi 500 sobre el testigo, mientras que a los cinco días el testigo fue el tratamiento con mayor contenido de  $^\circ$ Brix, a los diez días de almacenamiento el mayor contenido se observó en el tratamiento NSi 250 siendo este un 8.6% superior al testigo, este tratamiento fue el que mantuvo el contenido de  $^\circ$ Brix más estables a lo largo del almacenamiento. En precosecha el tratamiento ASi 125

fue el mostró el mayor contenido a los 0 días de almacenamiento siendo este 8.5% mayor que el testigo, a los cinco días se observó algo similar a la poscosecha el testigo fue el que tuvo el mayor contenido, a los diez días el tratamiento ASi 250 mostro un 15.6% más °Brix que el testigo, mostrando un aumento conforme pasan los días de almacenamiento. Esta tendencia al aumento se produce porque el TSS aumenta a medida que la fruta madura, debido a la degradación y biosíntesis de los polisacáridos y la acumulación de azúcares simples(Ghasemnezhad, Sherafati, and Payvast 2011). Además, la acumulación de azúcares en frutas no climatéricas se asocia con el desarrollo de una calidad óptima para el consumo(Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D.; Jo 1998)

Solidos solubles totales (°Brix)						
Tratamientos	Poscosecha			Precosecha		
	0	5	10	0	5	10
TO	2.93 c	3.60 a	2.88 ab	2.93 b	3.60 a	2.88 bc
ASi 125	3.17 ab	2.97 b	2.90 ab	3.18 a	3.20 b	2.83 c
ASi 250	3.07 bc	3.20 ab	2.50 ab	3.03 ab	3.20 b	3.33 a
ASi 500	3.03 bc	3.07 b	2.97 ab	3.07 ab	3.23 b	3.12 abc
NSi 125	2.90 c	3.13 ab	2.80 ab	3.07 ab	3.33 ab	3.20 abc
NSi 250	3.07 bc	2.97 b	3.13 a	3.00 ab	3.07 b	2.90 bc
NSi 500	3.28 a	2.83 b	2.43 b	3.00 ab	3.23 b	3.25 ab
CV	5.88	12.92	19.94	5.67	8.80	11.29

Cuadro 1. Contenido de Solidos Solubles Totales (°Brix) en frutos de pepino tratados con Silicato de Potasio y NP's de Silicio pre y poscosecha

*Contenido de acidez titulable (%Ac. Cítrico)*

Se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 2) excepto en la aplicación poscosecha a los cero y cinco días de almacenamiento y en la aplicación precosecha a los cinco días de almacenamiento.

Para el En la aplicación poscosecha a los diez días de almacenamiento el tratamiento con mayor acidez fue el tratamiento ASi 125 siendo un 38.8% mayor que el testigo, mientras que en precosecha el mayor contenido se encuentro en el tratamiento NSi 500 y NSi 250 siendo mayor un 20% que el testigo siendo el tratamiento NSi 250 el que mantuvo un mayor contenido hasta los diez días de almacenamiento un 38.8% mayor que el testigo, tanto en poscosecha y precosecha se observa la misma tendencia de aumento en el contenido de acidez conforme pasa el tiempo de almacenamiento. Estos ácidos sirven como reserva de energía y participan en reacciones metabólicas para la síntesis de pigmentos, enzimas y otros materiales y la degradación de pectinas y celulosas que son esenciales para los procesos de maduración(Ghasemnezhad, Sherafati, and Payvast 2011). Por lo tanto, se espera que la acidez titulable aumente con el tiempo de almacenamiento(Pinedo-Guerrero et al. 2017).

Acidez titulable (% Ac. Cítrico)						
Tratamientos	Poscosecha			Precosecha		
	0	5	10	0	5	10
TO	0.10 a	0.15 a	0.18 b	0.10 ab	0.15 a	0.18 b
ASi 125	0.12 a	0.15 a	0.25 a	0.12 ab	0.18 a	0.19 b
ASi 250	0.12 a	0.18 a	0.21 ab	0.11 ab	0.16 a	0.19 ab
ASi 500	0.12 a	0.18 a	0.21 ab	0.09 b	0.15 a	0.17 b
NSi 125	0.11 a	0.18 a	0.21 ab	0.10 ab	0.14 a	0.15 b
NSi 250	0.12 a	0.19 a	0.25 a	0.12 a	0.18 a	0.25 a
NSi 500	0.13 a	0.17 a	0.21 ab	0.12 a	0.17 a	0.19 ab

CV	28.01	29.67	25.72	23.58	29.61	26.49
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Cuadro 2. Acidez titulable (% Ac. Cítrico) en frutos de pepino tratados con Silicato de Potasio y NP's de Silicio pre y poscosecha.

*Contenido de Vitamina C*

Se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 3) excepto en la aplicación poscosecha a los cero días de almacenamiento. En poscosecha a los cinco días el tratamiento NSi 500 mostró un 16.7% más de Vitamina C que el testigo, mientras que a los diez días el testigo fue el que tuvo el mayor contenido de Vitamina C.

En precosecha a los cero días el testigo tuvo el mayor contenido de Vit. C a los cinco días el mayor contenido se observó en el tratamiento ASi 125 siendo 78.2% mayor que el testigo, a los diez días de almacenamiento la mayor Vit. C se encontró en el tratamiento NSi 250 un 70% mayor que el testigo, se observó en la aplicación precosecha un aumento de la Vit. C durante el almacenamiento siendo esto positivo y de gran importancia ya que los humanos deben ingerir vitamina C a través de fuentes ricas como las frutas porque el cuerpo humano no tiene la capacidad de producirla (Padayatty et al. 2003). mientras que en la aplicación poscosecha no se observa la misma tendencia excepto en el testigo, la inducción de este compuesto está más relacionada con las respuestas antioxidantes de las plantas (Pinedo-Guerrero et al. 2017), lo que nos dice que la aplicación del Si y las NP's de Si causaron estrés en los frutos y por lo tanto la disminución del contenido de Vit. C.

Vitamina C (mg de 100 g – 1)

Tratamientos	Poscosecha			Precosecha		
	0	5	10	0	5	10
TO	6.01 a	8.80 abc	14.23 a	4.99 a	8.80 ab	14.23 c
ASi 125	4.99 a	9.09 abc	4.99 bc	4.40 ab	15.69 a	19.80 ab
ASi 250	6.01 a	8.36 bc	6.31 b	2.64 c	5.57 b	20.97 ab
ASi 500	5.87 a	8.65 abc	3.96 c	4.40 ab	9.68 ab	19.36 ab
NSi 125	5.57 a	9.24 ab	5.43 bc	3.37 bc	7.63 ab	18.48 bc
NSi 250	4.84 a	7.33 c	5.43 bc	3.42 bc	6.16 b	24.20 a
NSi 500	5.43 a	10.27 a	5.87 b	3.37 bc	5.87 b	20.97 ab
CV	18.84	17.67	20.10	26.79	81.97	21.41

Cuadro 3. Contenido de Vitamina C (mg de 100 g – 1) en frutos de pepino tratados con Silicato de Potasio y NP's de Silicio pre y poscosecha.

*Firmeza de frutos*

Se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 4) en la aplicación poscosecha se observó la mayor firmeza en el tratamiento testigo a los cero, cinco y diez días de almacenamiento, esto nos puede decir que la aplicación del Si y NP's de Si termino causando estrés en los frutos, las NP's pueden causar peroxidación lipídica de las membranas celulares, lo que pudo causar la pérdida de firmeza en los tratamientos. Mientras que en la aplicación precosecha a los cero días la mayor firmeza se encontró en el tratamiento NSi 250 siendo este 22.4% mayor que el testigo, a los cinco días de almacenamiento el testigo mostro la mayor firmeza, a los diez días los tratamientos ASi 250, NSi 500 y Nsi 250 tuvieron la menor firmeza, la firmeza se pierde conforme el almacenamiento debido a la degradación de las paredes celulares por la senescencia, el tratamiento ASi 500 mostro una menor pérdida de firmeza a lo largo del tiempo de almacenamiento esto puede deberse a la estabilidad de las paredes celulares que le confirió el Silicio ya que forma una membrana espesa de silicio-celulosa (Hodson and Sangster 1985) y que puede asociarse con pectina e iones de calcio (L. Waterkeyn, A. Bientait 1982), ya que las fluctuaciones durante el almacenamiento suelen deberse a la degradación de las paredes celulares.

Tratamientos	Firmeza (Lb)					
	Poscosecha			Precosecha		
	0	5	10	0	5	10
TO	9.69 a	9.46 a	8.30 a	9.69cd	9.46a	8.30 a
ASi 125	8.68 c	8.12 a	6.12 d	11.11ab	8.79ab	7.92 a
ASi 250	9.46 ab	8.69 a	6.81 bc	10.71bc	8.31bc	6.36b
ASi 500	8.68 c	11.59 a	6.22 cd	9.52d	8.87ab	8.48 a
NSi 125	9.28 abc	9.18 a	7.03 b	10.18bcd	9.01ab	8.13 a
NSi 250	9.22 abc	8.48 a	7.79 a	11.87 a	7.81c	5.94b
NSi 500	8.92 bc	7.91 a	5.75 d	9.72 cd	8.22bc	6.37b
CV	12.26	64.33	13.40	16.81	15.25	12.7

Cuadro 4. Firmeza (lb) en frutos de pepino tratados con Silicato de Potasio y NP's de Silicio pre y poscosecha.

### Conclusiones

La aplicación de Nano partículas de Si aumento el contenido Solidos Solubles Totales en la aplicación poscosecha, mientras que el Si aumento el contenido de Solidos Solubles Totales en la aplicación precosecha.

La aplicación poscosecha aumento la acidez titulable tanto en forma de NP's y forma ionica mientras que la aplicación en precosecha aumento la acidez solo en forma de NP's.

La aplicación poscosecha de Si en forma ionica y de NP's disminuyo el contenido de Vitamina C, en la aplicación precosecha el Si en NP's aumento el contenido de Vitamina C

La aplicación de Si en forma iónica disminuyo la firmeza en la aplicación poscosecha, la aplicación precosecha de forma iónica y NP's mantuvo la firmeza durante el almacenamiento.

### Referencias

- Epstein, E. 2009. "Silicon: Its Manifold Roles in Plants." *Annals of Applied Biology* 155(2): 155–60.
- Fu, Peter P. et al. 2014. "Mechanisms of Nanotoxicity: Generation of Reactive Oxygen Species." *Journal of Food and Drug Analysis* 22(1): 64–75. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949814000064>.
- Ghasemnezhad, Mahmood, Mohamad Sherafati, and Gholam Ali Payvast. 2011. "Variation in Phenolic Compounds, Ascorbic Acid and Antioxidant Activity of Five Coloured Bell Pepper ( *Capsicum Annum* ) Fruits at Two Different Harvest Times." *Journal of Functional Foods* 3(1): 44–49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.002>.
- He, Lili, Yang Liu, Azlin Mustapha, and Mengshi Lin. 2011. "Antifungal Activity of Zinc Oxide Nanoparticles against *Botrytis Cinerea* and *Penicillium Expansum*." *Microbiological Research* 166(3): 207–15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501310000315> (April 24, 2019).
- Hodson, M. J., and A. G. Sangster. 1985. "Silica Deposition in the Inflorescence Bracts of Wheat ( *Triticum Aestivum* ). I. Scanning Electron Microscopy and Light Microscopy." *Canadian Journal of Botany* 66(5): 829–38.
- INTAGRI. 2012. "Tercer Diplomado Internacional En Horticultura Protegida." (*Instituto para la innovación tecnológica en agricultura*).
- L. Waterkeyn, A. Bientait, A. Peeters. 1982. "Callose et Silice Epidermiques Rapports Avec La Transpiration Culticulaire." *La Cellule* 73: 263–287.
- Padayatty, Sebastian J. et al. 2003. "Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention." *Journal of the American College of Nutrition* 22(1): 18–35. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2003.10719272> (April 24, 2019).
- Pinedo-Guerrero, Zeus H. et al. 2017. "Cu Nanoparticles in Hydrogels of Chitosan-PVA Affects the Characteristics of Post-Harvest and Bioactive Compounds of Jalapeño Pepper." *Molecules* 22(6).
- Rahman, A, and M Anisuzzaman. 2008. "Study of Nutritive Value and Medicinal Uses of Cultivated Cucurbits." *J Appl Sci Res* 4(5): 555–58. [https://www.researchgate.net/profile/Dr\\_Ferdous\\_Ahmed/publication/269571068\\_Study\\_of\\_nutritive\\_value\\_and\\_medicinal\\_uses\\_of\\_cultivated\\_cucurbits/links/548ece2d0cf214269f249a60.pdf%5Chttp://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2008/555-558.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dr_Ferdous_Ahmed/publication/269571068_Study_of_nutritive_value_and_medicinal_uses_of_cultivated_cucurbits/links/548ece2d0cf214269f249a60.pdf%5Chttp://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2008/555-558.pdf).
- Shen, Xuefeng et al. 2010. "Silicon Effects on Photosynthesis and Antioxidant Parameters of Soybean Seedlings under Drought and Ultraviolet-B Radiation." *Journal of Plant Physiology* 167(15): 1248–52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2010.04.011>.
- Steiner, Abram A. 1961. "A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition." *Plant and Soil* 15(2): 134–54. <http://link.springer.com/10.1007/BF01347224> (November 18, 2017).
- USDA. "Vegetables and Pulses Outlook Falling Exports More Than Offset Production Declines to Raise Per Capita Availability." *United States Department of Agriculture*.
- Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D.; Jo, D. 1998. "Postharvest: An Introduction to the Physiology & Handling of Fruit, Vegetable and Ornamentals." *CAB International: Oxfordshire* 4th ed: 262.



# Diseño e implementación de un sistema institucional de seguridad y limpieza

C. Alejandra Ibérica Flores Suárez<sup>1</sup>, C. Jorge Rodrigo Flores Cabañas<sup>2</sup>, Dra. Saraí Córdoba Gómez<sup>3</sup>, Mtra. Celia Ofelia Alanís Yarza<sup>4</sup>

**Resumen-** En este trabajo se presentan los resultados derivados de las acciones enfocadas en mejorar la imagen del Instituto Tecnológico de Zitácuaro, a través del diseño e implementación de estrategias de concientización respecto a una cultura enfocada en los temas de seguridad y limpieza tanto a estudiantes como al personal docente y no docente en la institución. De las acciones propuestas se inició con un diagnóstico para conocer la situación actual de la institución, en cuanto a seguridad y limpieza, además de los recursos con los que se contaba, al realizarlo se detectó la necesidad de definir indicadores que permitan conocer el grado de mejora en la imagen institucional, los cuales fueron de gran utilidad para realizar un listado denominado “Por una cultura de seguridad, limpieza y respeto en el Tecnológico de Zitácuaro” en el que se hizo difusión mediante mamparas, página web y personalmente mediante una pequeña conferencia, en la que se destacó la nueva imagen institucional que se pretendía adoptar con medidas como: cuidado de las instalaciones, mobiliario y equipo, disminución en el uso de poliestireno, así como clasificación de basura en los diferentes contenedores especiales.

## Introducción

Se entiende por sistema, los pasos que se deben de seguir detalladamente para que el proceso al que se está enfocando pueda ser aplicado eficientemente. Específicamente, un sistema de gestión de seguridad y limpieza en las diferentes organizaciones fomenta los entornos de trabajos seguros y saludables al ofrecer un marco que permite identificar y controlar coherentemente la seguridad, reducir el potencial de accidentes, basadas en el cumplimiento del sistema que manejen de acuerdo a su giro.

Las instituciones educativas sin duda son un espacio en el que las personas pasan largas horas de sus vidas, por ello, cada vez son más aquellas que buscan un plantel con las condiciones adecuadas para su pleno desarrollo académico y profesional. Por ello, la seguridad y limpieza se convierten en el mayor reto tanto para las instituciones públicas como para las privadas, al buscar salvaguardar la integridad del personal y estudiantes que concurren en las instalaciones de sus planteles. Particularmente, en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro se realizó este proyecto que tuvo como objetivo detectar los diferentes factores de riesgos, concientizar a los estudiantes del cuidado de las instalaciones, así como del mobiliario y equipo, a fin de mejorar la imagen del instituto.

## Cuerpo principal

El ITZ es una Institución de educación, que desde hace 28 años ofrece programas de licenciatura en áreas tecnológicas a nivel superior en la región oriente de Michoacán. Desde su fundación ha evolucionado de acuerdo a su crecimiento natural, en forma ordenada y en su perfil de servicios educativos e infraestructura. El Instituto cuenta con un ambiente de trabajo que se caracteriza por un agradable clima estudiantil y laboral propio de la costumbre de la región oriente de Michoacán, que contribuye directamente al desarrollo regional y nacional en forma significativa.

Sin embargo, tiene algunas áreas de oportunidad, al no contar con un sistema de seguridad laboral, vial ni física; lo que ha generado problemas de congestión vial, inseguridad en el acceso de cualquier persona ajena a la institución, robo o daño de vehículos, ingreso de bebidas alcohólicas o de sustancias ilícitas, descuido y falta de interés en el funcionamiento del equipo por parte de estudiantes y profesores, lo cual ha implicado mayores gastos para la institución, además de generar afectaciones directamente en las herramientas utilizadas en clases, a pesar de que se entrega en las mejores condiciones con el fin de que los estudiantes tengan instalaciones y mobiliario apropiados. Otro problema, ha sido la ausencia de un reglamento para el manejo de residuos depositados en los contenedores, lo que origina que se convierta en basura y dañen el entorno.

<sup>1</sup> Estudiante del programa de Licenciatura en Administración en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zitácuaro. [saracomez@hotmail.com](mailto:saracomez@hotmail.com) (Autora corresponsal)

<sup>2</sup> Estudiante del programa de Licenciatura en Administración en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zitácuaro. [aleta1912@gmail.com](mailto:aleta1912@gmail.com)

<sup>3</sup> Doctora en Proyectos, Maestra en Pedagogía y Licenciada en Economía, Docente de Tiempo Completo de la Academia de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zitácuaro. [saraicordoba70@gmail.com](mailto:saraicordoba70@gmail.com)

<sup>4</sup> Maestra en Ciencias Computacionales y Licenciada en Informática, Docente de la Academia de Sistemas y Computación y Jefa del Departamento de Comunicación y Difusión del Instituto Tecnológico de Zitácuaro. [cely\\_isc\\_00@hotmail.com](mailto:cely_isc_00@hotmail.com)

Ante este contexto, se buscó propiciar la implementación de un sistema institucional de seguridad y limpieza en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, con el fin de mejorar la imagen corporativa, así como garantizar la integridad del personal y estudiantes que concurren en las instalaciones del mismo. Para ello, fue necesario primeramente establecer un diagnóstico de la situación actual en la institución respecto al tema de seguridad y acceso a las instalaciones, para con ello realizar una evaluación de los procesos y tareas críticas que afectan la calidad del servicio, así como la integridad física de trabajadores y estudiantes.

Se trabajó además en la definición de una política de seguridad preventiva, mediante la cual se describe a detalle el objetivo institucional que se persigue con la misma, los recursos disponibles y la asignación de funciones y responsabilidades. Lo anterior con el fin de beneficiar la asignación y concientización de responsabilidades relacionadas con la importancia del mantenimiento preventivo, orden, limpieza y cuidado de mobiliario, equipo e instalaciones, para con ello favorecer el bienestar de quienes diariamente realizan actividades en los espacios que conforman el campus.

Adicionalmente, un beneficio económico que conlleva el desarrollo del proyecto, consiste en hacer posible la baja en el nivel de riesgos en la institución, además de disminuir el gasto mensual, semestral y anual destinado a reparaciones de mobiliario y equipo, así como el extravío o mal uso de los mismos. Un sistema como el que se propone mediante este proyecto, respalda que los procesos se realizan en torno a la calidad del servicio educativo, los procesos académicos y administrativos que se atienden, así como la seguridad y salud ocupacional de los empleados y su responsabilidad con el medio.

La administración es la pieza central en cualquier institución para que ésta pueda operar de manera correcta y ordenada, de acuerdo con los lineamientos que la rigen, en este caso el Instituto Tecnológico de Zitácuaro se apega a las normatividades del Tecnológico Nacional de México. Se tiene como definición de la administración a: “Dirección racional de las actividades de una organización con o sin fines de lucro” (Rue y Byars, 2006: 4) en pocas palabras administración, es el medio en el que los diferentes niveles jerárquicos de acuerdo a sus funciones, y una correcta comunicación logran la correcta toma de decisiones para los problemas que se van suscitando así como su prevención, esto ya sea en una organización con fines lucrativos (hospitales privados, escuelas privadas, empresas, entre otros) o no lucrativos (asociaciones, escuelas públicas, iglesias, entre otros). La parte fundamental de la administración es el proceso administrativo, el cual se compone de diferentes etapas, las cuales de acuerdo el autor manejan 4 o hasta 6 de ellas, los más comunes entre los autores son: planeación, organización, dirección y control. Según Fayol al definir a la administración, “define 5 elementos que la componen, previsión, organización, dirección, coordinación y control” (Chiavenato, 2014: 122).

Este trabajo inició con un diagnóstico, el cual se realizó mediante el registro minucioso en un reporte formal de lo observado en un recorrido completo por las instalaciones del plantel, para con ello verificar limpieza y estado de los sanitarios, puertas, vidrios y ventanas, existencia de fugas de agua, funcionamiento de equipo y mobiliario en aulas. Al concluir, se detectaron los factores de riesgo para posteriormente atenderlos y se plantearon estrategias para dar solución a ellos, siendo la primera acción a emprender el informar y difundirlas a los implicados en cada una de ellas. Posteriormente, como medida de seguridad en el acceso de automóviles, en los tres estacionamientos con los que cuenta el ITZ, se introdujo en uso de un tarjetón para ingresar al Instituto. Para ello, se inició con el registro y generación de una base de datos, elaborada con la información proporcionada por estudiantes y personal sobre autos, motocicletas y/o bicicletas que regularmente ingresan a la institución.

Finalmente, se elaboró un análisis para determinar el porcentaje de atención de anomalías tanto en el aspecto de seguridad como en el de limpieza. Cabe destacar que se realizó la creación de un comité de seguridad con la finalidad de salvaguardar a la comunidad estudiantil, haciéndolos partícipes de las actividades propuestas y que se realizaran de acuerdo a la situación, este comité de seguridad tiene una campaña la cual lleva por nombre ECOTEC, y en el que forman parte alumnos y docentes de la institución.

## Resultados

El ITZ cuenta con un total de 2224 alumnos de los cuales se tenía el objetivo de concientizar al 70% de su totalidad, con las actividades que se llevaron a cabo y así mejorar la imagen institucional, adoptando y adaptando medidas para nuestro beneficio. Al igual que para la identificación del 100% de la plantilla del personal que es parte de ITZ se planeó hacer unos gafetes para la identificación de cada uno con la finalidad de detectar que tipo de personal es, incluyendo a los docentes de lenguas extranjeras. Se lograron grandes resultados, ya que al principio nadie se estacionaba de reversa, después de las pláticas y difusión que se hizo que duro aproximadamente un mes, se logró que más del 90% se estacionara de reversa, esperando que con los siguientes días, se logre el 100% de lo cometido, además de que si sigue el seguimiento del proyecto se pueda reforzar. A continuación se anexa una tabla

de los días que se observó el estacionamiento para verificar que los automóviles se estacionaran de reversa, obteniendo los siguientes datos.

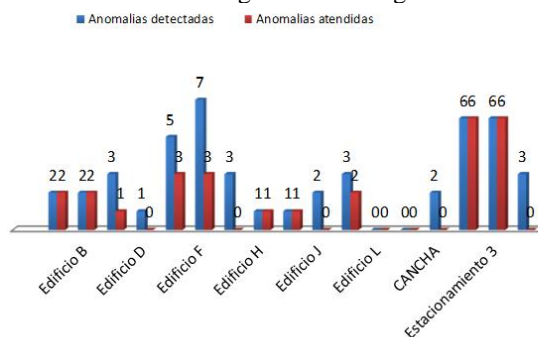
Tabla1. Registro de autos estacionados

fecha	hora	numero de autos	estacionados		estacionados	
			correctamente (reversa)	porcentaje	mal (no reversa)	porcentaje
22/11/2018	1:22 p.m	105	59	56.20%	46	43.80%
28/11/2018	3:11 p.m	50	22	44.00%	28	56.00%
03/12/2018	8:58 p.m	90	58	64.40%	32	35.60%
05/12/2018	5:09 p.m	73	55	75.35%	18	24.65%
10/12/2018	10:13 p.m	96	76	79.16%	20	20.84%
17/12/2018	12:00 p.m	76	69	90.79%	7	9.21%

Fuente: Flores y Flores, 2018.

Con el fin de presentar datos cuantitativos en el diagnóstico de seguridad implementado en el ITZ se realizó una gráfica en donde se explica detalladamente la cantidad de anomalías detectadas, mencionando en un contexto más generalizado las siguientes: mobiliario y equipo dañado, vidrios estrellados o rotos, falta de proyectores, falta de cámaras de seguridad, falta de extintores, falta de rampas de discapacitados, falta de iluminación, trabajadores sin el equipo adecuado, no se respetan cajones de estacionamiento, falta de flechas de flujo vial, falta de control en el acceso al ITZ, estas anomalías detectadas se representan en la gráfica de color azul, en la parte superior están indicadas las anomalías por edificio, posteriormente de color rojo están las anomalías que fueron atendidas a lo largo de la ejecución del proyecto.

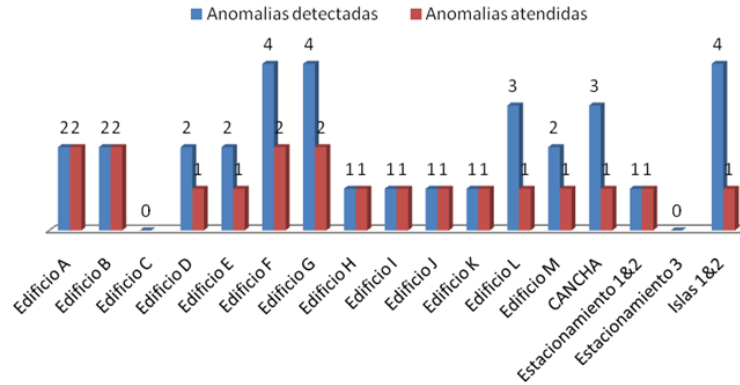
Gráfico 1. Diagnóstico de Seguridad



Fuente: Flores y Flores, 2018.

En la siguiente gráfica se ve el número de anomalías por edificio que se detectaron durante el recorrido, los factores que se tomaron en cuenta fueron: que los salones contaran con botes de basura, que los sanitarios estuvieran limpios y en buenas condiciones, el mobiliario y equipo estuviera en buen estado, las instalaciones tuvieran una buena imagen, en los edificios que se acudieron se pudo ver que había restos de alimentos y basura tirada en los salones y/o pasillos, esto dependía de la hora, ya que se realizó a diferentes horas del día por lo que cambiaba el panorama de acuerdo al horario.

Gráfico 2. Diagnóstico de limpieza



Fuente: Flores y Flores, 2018.

El concentrado de vehículos de docentes y alumnos del ITZ para tener un control de las personas que entran, el cual lleva datos como número de tarjeta en caso de docentes y número de control para los alumnos, nombre completo, carrera o departamento al que pertenecen, número de vehículos que tienen ya que todos deben de ser registrados, de lo contrario no podrán ingresar a los diferentes estacionamientos, correo electrónico, número de celular, placas y firma, una vez hecho esto se hará entrega de un reglamento y un tarjetón para el acceso y permanencia de los respectivos estacionamientos .

### Comentarios finales

El proyecto llamado “Implementación de un sistema institucional de seguridad y limpieza” se elaboró dentro del Instituto Tecnológico de Zitácuaro, se detectó qué dentro de la comunidad estudiantil no había tal grado de conciencia sobre el cuidado de las instalaciones, mobiliario y equipo, y qué, cualquier persona externa podía acceder tanto a las aulas como al estacionamiento y edificios de la Institución.

Con las acciones que se implementaron, por mencionar: las pláticas del cuidado de las instalaciones, del mobiliario y equipo, así como la separación de basura al depositarla en los diferentes contenedores que tienen su respectiva clasificación (alimentos, papel o cartón, aluminio, vidrio y plástico), durante las pláticas se pudo percibir que la mayoría de los estudiantes receptores estaban de acuerdo con las acciones que se iban a realizar, ya que todo era por el beneficio de la institución y de la misma comunidad estudiantil en general, con el objetivo de que hubiera una mejor imagen institucional, se implementara una mayor seguridad y además de que la escuela participara en la acreditación de los diferentes sistemas de gestión de la calidad, sistema de gestión ambiental, por mencionar los más primordiales de la institución

### Referencias Bibliográficas:

- CHIAVENATO, I. (2014). Introducción a la teoría general de la Administración. MC Grow Hill Education. México.  
ELIZAMA, A. (2013). <https://www.gestiopolis.com/el-proceso-administrativo-segun-varios-autores/> el día 30 de diciembre de 2018.  
GARNICA, A. (2011). Manual de seguridad ANUIES.PDF. ANUIES. MÉXICO.  
MARTÍNEZ, G. (2012). Artículo sobre los principios de limpieza y sanidad.  
MÜCH, L. (2005) Fundamentos de Administración. Trillas. México.  
RUE, W. y BYARS, L. (2006). Administración, teoría y aplicaciones. Alfaomega. México.

# Use of the methodology TRIZ for the optimization of the process of obtaining the extract chlorophyll of the muicle for its consumption

Dr. Guillermo Flores Téllez<sup>1</sup>, Inst. Verónica Ramírez Chavez<sup>2</sup>, Dr. Jaime Garnica González<sup>3</sup>,  
Dr. Heriberto Niccolas Morales<sup>4</sup>, Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera<sup>5</sup>, Mtra. Marisol Martínez Pesquera<sup>6</sup>,  
Mtra. Norma Escamilla Taboada<sup>7</sup>, Nahúm Delfín Martínez<sup>8</sup>, Iker Delfín Martínez<sup>9</sup>

**Abstract** — This study provides the elements of the project of "Justicia spicigera schlechtendal" gardens, as an alternative to building sustainable ways of life. The muicle is an easy access plant, which by its attributes and characteristics can provide a viable alternative for feeding people who require it. The development of this research provides a case of the application of TRIZ methods, techniques and tools required to perform food manufacturing processes with this plant, this products are manufactured by families and establish the basis of their comprehensive utilization, with the proposed products for human consumption. In the present study was carried out the analysis to optimize the process of obtaining the extract chlorophyll of the plant justice Spicigera schlechtendal known as Muicle, it addresses the problem of minimizing the use of economic resources, temporary and materials to achieve the drink intended for human consumption and provide a quick alternative and functional that preserves the attributes and natural features that offer broad benefits foodstuffs and preservation of health.

**Key words** — TRIZ, creativity, muicle, Justicia spicigera schlechtendal, product design.

## Introduction

This project is constituted by the revision of the documents concerning the content with respect to the topics of the sustainable development, the industry, the ecology, the transformation, the processes, the technologies, the environmental strategies, the design of products and creativity, as a valuable resource in solving problems, through TRIZ. It reflects the context and perspective of Sustainable Development to establish an integral vision of the key factors that are needed to contemplate in the approach of proposals capable of development or implementation of a project integrating, which cross shaft uses creativity to minimize the use of resources and maximize the benefits obtained from their putting in operation. The consulted investigators think that the planet will definitely reach the limits of its growth because of the uncontrolled tendency of the increase of the world population, the industrialization, the environmental contamination, and the production of food and the depletion of the resources (Meadows, Meadows, Randers & Behrens, 1972). It is estimated that the world population by the year 2015, is a little over 7,000 ´ 000,000 (seven billion) people. Until today, 1% of the population has much more wealth than the

<sup>1</sup> Dr. Guillermo Flores Tellez. Vicepresident of the Mexican association of TRIZ - AMETRIZ and Doctorate in Sciences in Industrial Engineering of the Center of Advanced Investigation in Industrial Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo . Pachuca, Hidalgo. [gft17@yahoo.com](mailto:gft17@yahoo.com)

<sup>2</sup> Inst. Verónica Ramírez Chavez. She is a member of the talent program to innovation and technology transfer of the CASDT® Scholarship for Students and is a student of Industrial Engineering of the Higher Technological Institute of Tepeaca, Puebla, Puebla, Mexico. [veroramichavez@yahoo.com](mailto:veroramichavez@yahoo.com) ( **corresponding author**)

<sup>3</sup> Dr. Jaime Garnica González. He is a research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.

<sup>4</sup> Dr. Heriberto Niccolas Morales. He is a research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.

<sup>5</sup> Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera. She is an entrepreneur and director of CASDT - International and coordinates programs for talent recruitment, innovation and technology transfer. Puebla, Puebla.

<sup>6</sup> Mtra. Marisol Martínez Pesquera. She is a member of the talent program for innovation and technology transfer of the CASDT® Scholarship for researcher students.

<sup>7</sup> Mtra. Norma Escamilla Taboada. Master of Science in Industrial Engineering graduated from the Advanced Research Center in Industrial Engineering from the Autonomous University of the State of Hidalgo and student of the doctoral program at the Autonomous Metropolitan University (Azcapotzalco campus).

<sup>8</sup> Nahúm Delfín Martínez. He is a member of the talent program for innovation and technology transfer of the CASDT® Scholarship for researcher students.

<sup>9</sup> Iker Delfín Martínez. He is a member of the talent program for innovation and technology transfer of the CASDT® Scholarship for researcher students.



rest of the population, this data, based on the report on Global Wealth 2015 Credit Suisse, which conducted a series of analyses, which show how wealth is distributed worldwide, how it has evolved and how this wealth is seen in the form of a pyramid. It stands out that 0.7% of the world's population, which represents about 34 million people, has 45.2% of the global wealth, while 71% of the population has only 3% of the world's wealth. This means that the wealthiest 1% have as much assets as all the rest of the world together. It is considered that in the present, the richest nations spend over 130 billion dollars a year in support of the poorest nations, conditioning the resources for infrastructure through corporate global. They extract, from the underdeveloped nations, about 900 billion dollars in raw materials, speculation and currency manipulation. Researchers from the University of Massachusetts, concluded that the total flow of the poorest nations to the wealthiest nations was 2 trillion dollars each year (Pedroche, 2015).

It is necessary to formulate and implement proposals that contribute to minimizing the effects of inequality, together with sustainability schemes to generate the necessary wealth and to provide scientific development, which achieves economic, social progress, Environmental and technological. The proposal of the present study raises the creation of gardens of Justicia Spicigera Schlechtendal, supported by the methodology TRIZ, which allows to take advantage of creativity in a systematic way. Creativity is a permanent state of discovery, a different way in the process of thinking in an aesthetic and cultural way, changes a defined structure for the accomplishment of something by multiple variables of its own (Lopez, 2009). The method for the effective creation of this project of sustainable development, to achieve a optimization of resources and a better functioning: it is the methodology TRIZ (theory of inventiveness for the resolution of problems), serves to solve problems of inventiveness or Technological innovation in a systematic way (Cordova, 2006). Establishes that anyone can innovate in any field, without the need to hire the services of an expert in the area (Chala, 2012). The theory is to discover the main contradictions in a problem of technological innovation or the need to generate an invention (Oropeza, 2010). The implementation of gardens urban family of muicle for its cultivation, care, harvest, consumption and processing sustainable, will provide an alternative of controlled reproduction of a valuable natural resource, economic and easy access. That by its attributes and characteristics can provide an alternative in favor of the food of the people who require it, allowing the construction of sustainable ways of life in the families, benefiting the nutrition, the economy and reducing the impacts environmental effects produced by the carbon footprint in urban areas.

In recent times, the vision that you have about food and nutrition has been modified since it was aware of the existence of certain foods that are harmful to health, as well as those that provide a number of benefits to their conservation and care. In recent years, diverse groups in society are seeking to improve their quality of life while seeking their nutrition, so companies and organizations have focused with special attention on products that guarantee a positive effect. Therefore, food and functional products have appeared on the market, which meet the nutritional, sensory and technological demands that the current consumer demands. The transition toward a style of life of low energy consumption implies the establishment of productive systems that can provide to the societies of food, medicines, materials and fibers at all levels of need (Hieronimi, 2010). In 1972, the report of the limits of the growth that the Club of Rome deployed, was entitled; The limits to growth, was carried out by the MIT scientists Commission, this study investigated the projections of population growth and economic growth, to demonstrate to the nations of the world, that it is very likely that an uncontrollable catastrophe occurs in the population and the industrial capacity. The report presented a succession of potential problems that could arise in a future for humanity and the world, so it is recommended the implementation of effective policies, as well as the putting into operation of actions and cooperation strategies to contain these future threats (Meadows, et al., 1972). The Club began then to meet the leaders and main world leaders to summon its efforts on the relevancy of these matters. In the year 2004, the update of the previous publications was reported, with the title: The Limits of growth; 30 years later, this report drives the argument about the unstoppable growth of the world's population, the increase in industrial production, depletion of resources, pollution and technology, and concludes; That there can be no population growth, unlimited industrial economic on a planet of limited resources. The efforts of the nations have focused on the creation of policies of decline in the use of fossil fuels, taking measures for the efficient use of energy and development of new technologies of efficiency, stabilization of the level of industrial production, higher production of industrial products, and high priority for soil preservation. The Program of the United Nations for the Development (PNUD) was created in 1965, it belongs to the system of United Nations and its function is to contribute to the progress of the quality of life of the nations. The United Nations Development Program (UNDP) is the global network of the UN for the development, which defends the change and encourages countries to have access to the expertise and resources needed to help ensure that individuals are to cultivate a better future. The program is present in 177 countries and territories, to collaborate with governments and citizens, to create and to incorporate their own solutions to the challenges posed by the global and national development. In this way, as they develop their local capacity, the countries shall assist of UNDP to obtain positive results. World leaders pledged to achieve the

Millennium Development Goals (MDGs) and set as the year 2015, including the transcendental goal of reducing extreme poverty by half. UNDP, through its global network, has coordinated global and national efforts to achieve these objectives. The main contribution is the development of capacities, that is, to establish the "How to realize" the development. They establish the processes by which they can better respond to the individual and collective needs of society that provoke progress. The problems addressed are related to poverty, hunger, universal education, gender equality, child health, maternal health, the fight against HIV/AIDS, environmental sustainability and global alliances, also includes the Active participation of various United Nations partners.

On December 1st, 2012, the President of the Mexican Republic, Enrique Peña Nieto announced the first twelve presidential decisions, inside which it was learning to the Secretary of Social development to start the national crusade against the famine, like a strategy of inclusion and social welfare announced by the Mexican federal government that tries to knock down in a massive way the poverty, the undernourishment and the social alienation in Mexico, whose implementation was the first massive social policy implemented in the presidential six-year period presented officially on January 21st, 2013 in The Daisies, Chiapas (Diario Oficial de la Federación, 2013). Nevertheless, at present the problems of the famine both in Mexico, and in diverse countries of the world, it has worsened and obesity is reflected in problems of undernourishment or in an end, the large number of processed foodstuff provokes illnesses and the efforts of the governments seem to be insufficient, for the current conditions of life of the population. It is necessary to formulate and implement proposals that contribute to minimizing the effects of inequality, together with sustainability schemes to generate the necessary wealth and to provide scientific development, which achieves economic, social progress, environmental and technological. The present investigation thinks that the analysis to optimize the process of securing of the chlorophyllous extract of the plant *Justicia spicigera schlechtendal* its out-standing name is muicle, one attends to the problems of minimizing the employment of economic, temporary and material resources to manage to obtain the drink destined for human consumption and provide an expeditious and effective alternative that preserves the natural attributes and characteristics that provide the broad nutritional benefits and conservation of health. It is by applying the principles of inventiveness of the TRIZ methodology, as well as the tools of systematic creativity, that it is possible to find the solution that integrates the elements of an effective process for the production of the infusion. The results obtained show a solution that includes different advantages from the consumption of a healthy product until the conservation and care of the environment.

### **Description of the problem**

The implementation of gardens urban family of muicle for its cultivation, care, harvest, consumption and processing sustainable, will provide an alternative of controlled reproduction of a valuable natural resource, economic and easy access, which by its attributes and characteristics can provide an alternative in favor of the power of the people who require it, allowing the construction of sustainable ways of life in the families, benefiting the nutrition, the economy and reducing the environmental impacts produced by the trace of carbon in urban areas. Antioxidants are chemical compounds that the human body uses to eliminate free radicals, which are very reactive chemical substances that introduce oxygen into cells and produce oxidation of their different parts, alterations in DNA and changes various that accelerate the aging of the body. An example of alternative, we find the Muicle (*Justicia Spicigera schlechtendal*) presents antioxidant properties, which can reduce the risk of chronic degenerative diseases. That's why the present investigation takes as an intention to announce this alternative, practical and effective, diminishing the time and the resources for the production of a healthy infusion, making use of the properties and natural attributes of the plant thanks to the process of securing of the chlorophyllous extract of the muicle. In February 2011 was carried out a documentary research of the last 5 decades, concluding that Mexico has a great botanical diversity and extensive medicinal traditions based on herbolaria of Mexico; However, only a relatively small number of these plants have been subject to scientific evaluation for their potential anti-carcinogenic effects. A total of 300 plants, belonging to 90 botanical families, with scientific and non-scientific evidence have been recorded, of which 181 have been studied in vitro and in vivo. Within this category you will find the muicle (Dominguez, 2009). Tea is the second most consumed beverage in the world only behind water. This beverage provides a wide variety of phenolic compounds, which have antioxidant, anti-carcinogenic and even antibiotic properties. In Mexico the term tea is used to refer to any beverage in which by means of an infusion with hot water the contents of any herb have been extracted. There is a great variety of herbs that are used in the elaboration of infusions, most of these by the medicinal properties they possess, some others simply because of their taste. A species widely used in Mexico because of its different medicinal properties is muicle. In the plant have been identified various compounds: Carbohydrates: mucilagos, pectinas, glycosides, coloring matter; resin alkaline; essential oil; mineral salts: potassium acetate and calcium oxalate, sulphates and chlorides of sodium. In the sheets:

flavonoids, camferintrin, triramnósido of camerol. In the shoots: tannins (El huerto familiar biointensivo, 2013). A picture of the plant is shown in Figure 1.



Figure 1. Muicle. Justicia spicigera schlechtendal (Flores, Garnica, Córdova. y Millán, 2016).

Previously, in order to obtain an infusion, the leaves and the stem of the plant had to be previously collected and then boiled together with water and thus, to begin the process of obtaining the infusion, but this process required investing a lot of time for its realization, approximately 15 to 20 minutes. In the course of time the technology has advanced and thanks to her there have come multiple scientific and technological advances that have been of big utility for our everyday life, example of this is the ovenproof microwave arrival, That speeds up the process of making an infusion or tea thanks to the presence of tea bags, sealed with porous paper, silk or nylon that contain chopped or ground tea leaves, in the amount necessary to prepare a single cup of the infusion in the shortest possible time.

### Approach of the possible solutions reached

The approach to the application of the principles of improvement, are shown in figure 2 and 3, establishing the relationship with the parameters and features to improve the technological system.

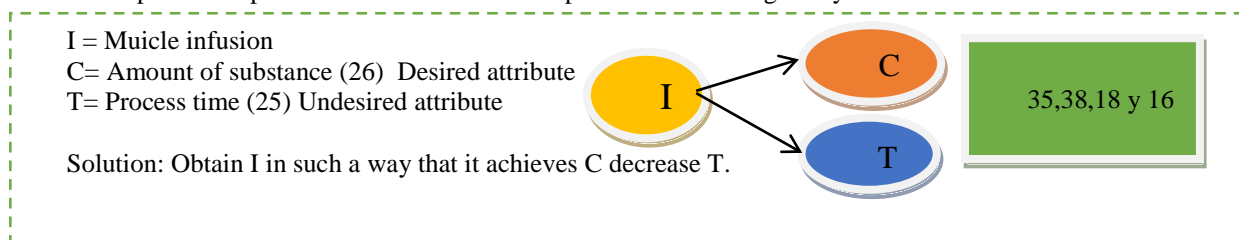


Figure 2. Analysis of contradictions for the process of obtaining the infusion of muicle.

Principles solution: 35.- Property transformation 16.- Excessive or partial action, it is known that it is impossible to obtain 100% of the desired effect by any technological system, however this principle suggests trying to obtain the maximum possible.

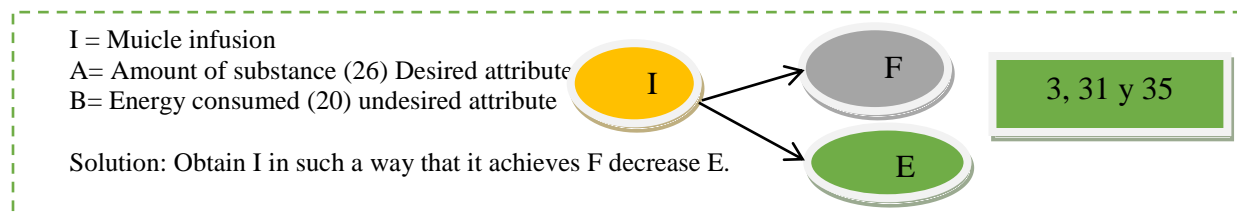


Figure 3. Approach of contradiction for the design of the process of obtaining the infusion of the muicle, referring to the energy consumed.

In Figure 4, a different way of processing the muicle to obtain the tea was proposed, reducing the final result as well as recycling the capsules because it is a threat of contamination for the environment because the materials with which these capsules are made can not be used be processed. A time of approximately 5 min, figure 4, shows the representation of the 9-cell diagram, which analyses the past and present for the process of obtaining the infusion of the muicle, also, a different way of processing the muicle to obtain the tea was proposed, reducing the final result as

well as recycling the capsules because it is a threat of contamination for the environment because the materials with which these capsules are made can not be used be processed.










	Past	Present	Future
Super System	 <p>Process of obtaining the infusión</p>	 <p>Process of obtaining the infusión.</p>	 <p>Infusion through capsules.</p>
System	 <p>Muicle plant</p>	 <p>Muicle tea bag</p>	 <p>Option 1: Cafetera</p> <p>Option 2: Blender or filter coffee machine.</p> <p>Option 3: smoothie process or Crushed</p>
Subsystem	 <p>Leaves, stems and flowers of muicle</p>	 <p>Bags, thread, label and leaves and shoots of the plant.</p>	 <p>Water container, coffee machine, capsules and capsule holder</p>

Figure 4. Diagram of the 9 cells, analyzing the past, present and future of the analyzed technological system.

### Conclusions and obtained results

It is necessary, model new trends of thought, aimed to carry out in a timely manner and sustainable activities and daily tasks of each human being, at the different levels of society, translating these strategies in global actions in all areas. The results of the research have allowed to promote the permanent diffusion of an ideology on the benefits that one has of the muicle, carrying a social impact with expectations of growth, to form a study organization that orients to the Making improvements and innovations of the same, achieving and controlling the reproduction of muicle, Through methods, techniques and simple tools, preserving their properties, systematize the process of growth and maturation, using conditions suitable for their development. We also encourage the cultivation of muicle and show its advantages of innovation. Provide an alternative for families to include in their daily diet products derived from muicle. It was proposed a different way of processing the muicle to obtain the tea, to decrease the final result in addition to recycling the capsules because it is a threat of pollution to the environment because the materials with which these capsules are made, many recycling plants cannot be processed. The Muicle has multiple health benefits, as well as many other medicinal plants important and analyzed currently, is through the studies that have been made that are manifested great contributions to beneficial for the treatment of diseases or ailments. It should be noted, the enormous importance that this plant has in today's world, because they help us to recover the body. At the same time it offers us the opportunity to create new products with the same efficacy that other treatments have, but they preserve the natural properties that they may have, to minimize the use of economic, temporary and material resources.

### References

Altomonte, H., Correa, N., Rivas, D. y Stumpo, G. La dinámica del consumo energético industrial en América Latina y sus implicancias para un desarrollo sostenible, *Revista CEPAL*.

Altshuller, G. (2006). And suddenly the inventor Appeared, TRIZ, the Theory of inventive problem solving. (2nd ed.), Worcester, MA: published by Technical Innovation Center, Inc

Andrade, A., (2011). Ethnobotanical study of the medicinal plants from Tlanchinol, México. *Journal of Ethnopharmacology*. 122(1) 163-171.

Atamirano, S., (2013). Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle (Justicia spicigera).



- Azpeitia, M., (1996). Estudio químico de justicia spicigera schlechtendal.
- Chala, J. Diseño de una metodología que reduzca la necesidad de expertos en el diseño de productos ambientalmente eficientes mediante el uso de elementos de la teoría para la resolución de problemas de inventiva, TRIZ, Universidad Nacional de Colombia. (2012).
- Córdova, E. Un modelo de innovación bajo el concepto de TRIZ. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. México. (2006).
- Coronado, M., Oropeza, R. y Rico, E. Triz, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática. México. D.F: *Panorama*. (2005).
- Development Strategy: *managing sustainable development in the new millennium*.
- Diario Oficial de la Federación, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Tomo DCCXII No. 16 México, D.F., martes 22 de enero de 2013
- Domínguez, C., Cruz, G., González, C., (2009) Plantas de uso medicinal de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec", municipio de Chontla. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Domínguez, X., Estudio químico del muitle (Justicia spicigera). *Revista Latinoamericana de Química*.
- El huerto familiar biointensivo. Introducción al método de cultivo biointensivo, alternativa para cultivar más alimentos en poco espacio y mejorar el suelo. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. (2013).
- El huerto medicinal. Cultivo y uso de plantas medicinales y aromáticas. *Tierra Mar*. (2010).
- Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: *guía para la formulación de políticas energéticas*.
- Feitó, M., Cespón, R. y Rubio, M. Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos. (2016).
- Flores, G. y Millán, E. A. El kung fu de la metodología TRIZ para la Generación del Conocimiento. *V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ*. Puebla, México. (2010).
- Flores, G., Garnica, J., Córdova, E. y Millán, E. A. (Septiembre, 2016). Empleo de la metodología TRIZ en el aprovechamiento de jardines de justicia spicigera schlechtendal, como alternativa de fortalecimiento de modos de vida sostenibles. *Ier Congreso Argentino de TRIZ. Creatividad e Innovación aplicadas al desarrollo de nuevos Productos y Procesos*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional General Pacheco. Buenos Aires, Argentina.
- Flores, G., Millán, E. A., Garnica, J., Flores, T., Hernández, E., Niccolas, H., Martínez, M. y Delfín, N. (Noviembre, 2017). Empleo de la metodología TRIZ para la optimización del proceso de obtención del extracto clorofílico del muicle para su consumo. *XII Sesión Anual de Investigación, innovación y desarrollo de desarrollo de productos, basada en TRIZ*. México
- Fuentes de energía renovables, fuentes de desarrollo sostenible, *leader european observatory*.
- Fundación Bankinter. *Claves para el nuevo equilibrio global*. (2014). [www.fundacionbankinter.org](http://www.fundacionbankinter.org)
- Fundación de la innovación Bankinter. *Lo que antes era innovación ahora es presente. Future Trends Forum*. (2013).
- Fundación de la innovación Bankinter. *Reinventando el desarrollo sostenible*. Future Trends Forum. (2009).
- Gestión ambiental hacia la industria, logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. Secretaría del medio ambiente, recursos naturales y pesca, SEMARNAP, instituto nacional de ecología, INE, *procuraduría federal de protección al ambiente*, PROFEPA.
- Hernández, A., Martínez, F., Millán, E., Flores, T, Flores, G., Garnica, J. y Córdova, E. (Septiembre, 2016). Cultivos biointensivos y huertos familiares como terapia de apoyo para minimizar el estrés: empleo de la creatividad como recurso en la preservación de la salud. *Congreso Internacional de Investigación Academia Journals en Ciencias y Sustentabilidad*. Tuxpan, Veracruz, México. ISSN: 2169-6152. Vol. 6.
- Hieronimi, H., (2010) 1. Cultivo y uso de plantas medicinales y aromáticas. *Tierramor*, Michoacán.
- Instituto Mexicano de la propiedad Industrial. *Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial*. (2015).
- López, C. Homeopatía y psique, Trastornos psico-emocionales, diagnóstico y tratamiento. Barcelona: vedra. (2009).
- Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad". Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J; Behrens, W. (1972).
- Mamert, S., Hieronimi, H., Ortíz, M., (2010) Plantas medicinales de México- Usos y Remedios Tradicionales.
- Manual de Educación en Consumo Sustentable, "Desarrollo del Movimiento de Consumidores en América Latina y el Caribe".
- Manual de huertos sostenibles en casa. Diputación de alicante. (2010).
- Manual de La Huerta Familiar Dirección General de Integración y Desarrollo Social. Dirección de Desarrollo Local. ( 2008).
- Manual del taller: agricultura urbana básica. Cuautli. (2012).
- Naciones Unidas, Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo (Sudáfrica), septiembre de 2002.
- ONU. Our Common Future. Reporte de la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo.1987. 318 pp.
- Oropeza, R. TRIZ, La metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática. NL. (2010).
- Pedroche, H. El descontento Socioeconómico, detonante revolucionario. *La Gran Época*. México. (2015).
- Peña, B. Usos y aplicaciones de Muicle. Diplomado de medicina tradicional Mexicana. Tlahui. (2010).
- Romano, P. y Córdova, E. Evaluación analítica del programa de posgrado de ingeniería industrial del instituto tecnológico de Puebla bajo el enfoque de la inercia psicológica (TRIZ). *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Puebla, México. (2006).
- UNDESA United Nations Division for Sustainable Development, Guidance in preparing a National, Sustainable Development Strategy: *managing sustainable development in the new millennium*.

# COMPUTER AIDED TEACHING IN THE INSTRUCTIONAL SYSTEM OF MARTIAL ARTS DISCIPLINES: A CASE OF APPLICATION OF TRIZ AS A PROPOSAL FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION IN CONTACT SPORTS

Dr. Guillermo Flores Téllez<sup>1</sup>, Prof. Juan Eduardo Cabrera Delgado<sup>2</sup>, Dr. Jaime Garnica González<sup>3</sup>,  
Dr. Joselito Medina Marín<sup>4</sup>, Dr. Heriberto Niccolas Morales<sup>5</sup>, Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera<sup>6</sup>,  
Profra. Miriam Ollin Zamora Valencia<sup>7</sup>, Dr. Edgardo Córdova López<sup>8</sup> y Mtra. Norma Escamilla Taboada<sup>9</sup>

**Summary**— The following article aims to expose an innovative teaching proposal, resulting from the analysis of the method of transmission of conventional knowledge, by means of the theory of solving inventive problems by its acronym Triz. The case of an instructional procedure for Wu Shu disciplines and martial arts in general is presented, the method is assisted by motion simulation software and focuses on presenting the aspects concerning the teaching of kicking techniques, where a division of the kicks is suggested according to the level of skill of the practitioners, it is possible to analyze the execution from the most basic and more complex aspects of every skill. It is from the methodology TRIZ that an effective instrument is established to achieve the functionality of an intangible one, as it is the service of education - learning of Martial arts. The analysis uses the tools and principles of the evolution of technological systems, proposed by Altshuller. The application of these contributions in the analysis of a teaching method, is an interesting case of employment of the TRIZ methodology.

**Key words**— TRIZ, innovation, simulation, animation, martial arts, contact sports.

## Introduction

Software and innovation helps people who do not have basic thinking skills that are processes that allow to obtain accurate and orderly information from a model. It is through the TRIZ methodology that it is possible to provide a scientific sustenance and feasibility of innovation projects for the design of products and services. TRIZ is an instrument of support for innovative and a component integrator that has been used for many years by companies, national and foreign universities, by what is considered to TRIZ as an amplifier of talents creative (Flores, Millan,

<sup>1</sup> Dr. Guillermo Flores Téllez, is an innovation advisor at the systematic Training Center for the development of CASDT® technologies and Ph.d. In Industrial Engineering Sciences from the Center for Advanced Research in Industrial Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. gft17@yahoo.com

<sup>2</sup> C. Juan Eduardo Cabrera Delgado, is a member of the talent acquisition, innovation and technology Transfer program of CASDT® Scholarship to researchers Students and an Engineering student in automotive mechanics at the University of Los Angeles Puebla. 2-d\_04@live.com.mx (correspondent Author).

<sup>3</sup> Dr. Jaime Garnica González, is research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. jgarnicag@gmail.com

<sup>4</sup> Dr. Joselito Medina Marín. He is a research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.

<sup>5</sup> Dr. Heriberto Niccolas Morales. He is a research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.

<sup>6</sup> Mtra. Elisa Arisbe Millan Rivera, is an entrepreneur and director of the CASDT® Scholarship to researchers Students ' talent, Innovation and technology transfer program. lis\_millan@yahoo.com

<sup>7</sup> Profra. Miriam Ollin Zamora Valencia is a member of the talent acquisition, innovation and technology Transfer program of CASDT® Scholarship to researchers Students and a graduate in accounting of UPAEP, Puebla. Miriam\_ollin@hotmail.com

<sup>8</sup> Dr. Edgardo Córdova López, is a research professor who teaches at the Instituto Tecnológico de Puebla, an expert in TRIZ, founder and Vice-President of the Mexican Association of TRIZ. Puebla, Puebla. ecordova@gmail.com.

<sup>9</sup> La Mtra. Norma Escamilla Taboada Master of Science in Industrial Engineering graduated from the Advanced Research Center in Industrial Engineering from the Autonomous University of the State of Hidalgo and student of the doctoral program at the Autonomous Metropolitan University (Azcapotzalco campus).



2014). TRIZ helps analysts to propose and formulate in a fast, structured, reliable and focused way the generation of a real innovation. In the Market the demand for technology is higher due to globalization. Summary The effective structured tools to solve technological problems provide a high level of creativity and inventiveness (Oropeza, 2010). The paradigms that are established in the Martial Arts and other sports of contact establish the variation of development of new technologies ((s.f.), s.f.). Providing unique, innovative and value-added products and services becomes a crucial strategy for success (Lin, Luh, 2009).

### **Description of the problem**

According to the documentary research conducted, there have been cases of study where this approach has been performed, including for teaching the same TRIZ methodology (Domb, Miller, Czerepinski, R., 2010).

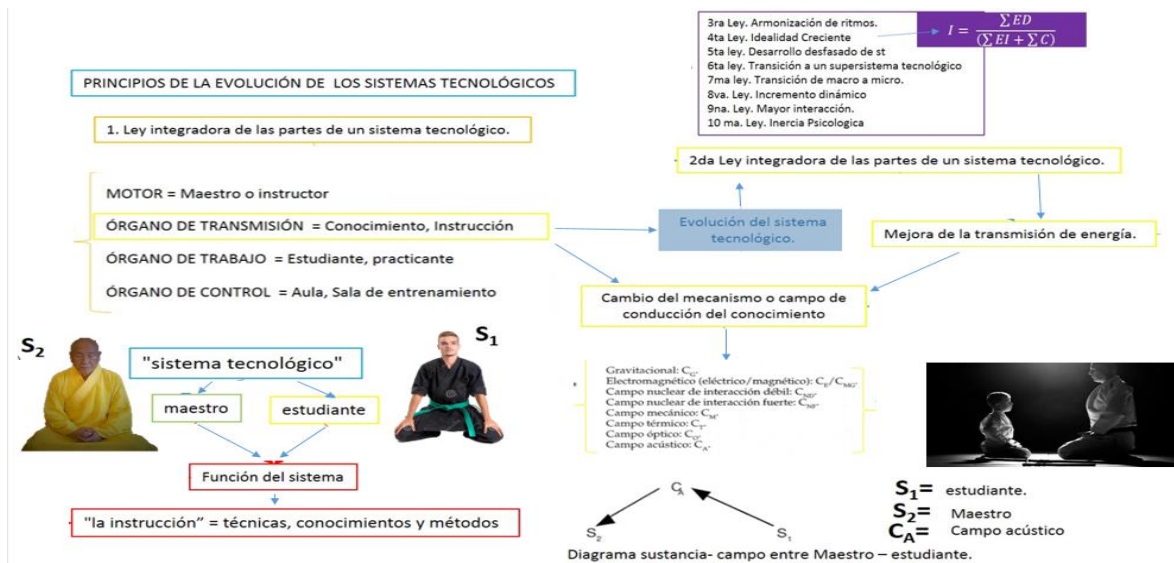
The goal of the contribution is to lay the foundations for new teaching and learning alternatives, in contrast to the everyday methods employed by teachers and students. Due to the practice of Martial Arts encompasses a wide variety of fields of study and dissertation; it delimits and exposes the case of study relating to the teaching of the kicking techniques, with the purpose of illustrating the results of the investigation. It is through TRIZ that it is possible to rethink the fact that the classical methods of transmitting martial knowledge can be obsolete.

The following article shows the results of a kicking teaching proposal for Wu Shu Kung fu and martial arts students in general (Wushu Terminology, 2019). A method that is assisted by a program of simulation of motion and that similarly suggests a division of the kicks according to the level of those using this new form of transmission of knowledge, to analyze the implementation descriptive techniques. The tools of TRIZ and the principles of the evolution of the technological systems are used (Coronado, Oropeza, R. y Rico, 2005). The use of these tools sets an interesting exercise in application of the TRIZ methodology in areas of knowledge as physical culture, training martial, contact sports and fitness, in addition to the use of ergonomic software, biomechanical analysis, 3d design and simulation, to obtain accurate and reliable results in this case analysis (Flores, Córdova, E. y Torres, S. J., 2006). In the learning and practice at the general level of the martial arts, kicking represents a relevant part within the training of a student martial. Despite the existence of a wide variety of styles and disciplines worldwide, kicking is a universal feature of expression or global manifestation; that is to say, regardless of the differences between a school, a style or discipline, the kicking techniques are present in the great diversity of martial arts, because the vast majority of the basic kicks come from the same origin and that arose variants as they were transmitted generationally and culturally (Park, P. W. 2006).

### **Problem resolution**

In the learning and practice at the general level of the martial arts, kicking represents a relevant part within the training of a student martial. Despite the existence of a wide variety of styles and disciplines worldwide, kicking is a universal feature of expression or global manifestation; that is to say, regardless of the differences between a school, a style or discipline, the kicking techniques are present in the great diversity of martial arts, because the vast majority of the basic kicks come from the same origin and that arose variants as they were transmitted generationally and culturally (Park, P. W. 2006). However, although today a wide variety of them are known thanks to the enormous diffusion of the martial arts through the media, it seems that there has never been carried out a detailed analysis and generation of proposals to innovate the kicking teaching method. That is, rethinking the fact whether classical methods of transmitting martial knowledge really facilitate learning at the general level, or may be obsolete and on the contrary, induce a late process and not so easy access for all. Regarding the social, economic and technological impact, it is possible to mention that several international companies include the instruction of martial arts as an essential part of their philosophy of quality and business management (Louis).

The infrastructure of a classroom or training room, as well as didactic resources, such as practical accessories, manuals, books, laboratories and audiovisual media, can become an important part of the teaching-learning method, This gives the student an environment, with the elements of easy access and use, to practice the application of learning in the classroom and prepares its operational implementation (Link, N., & Chou, L. 2012). In the analysis of the conventional method of teaching kicking, it is considered that the "technological system" to analyze is composed of the student and the teacher", and "education" of skills, knowledge and methods, is a function that should be provided on that system. This approach is shown in Figure 1. Learning the kicking techniques is a positive result of an adequate system of instruction that serves as a function and the student and the teacher as a technological system that can be examined (Domb, Miller, J.A., Czerepinski, R. 2010).



**Figure 1 Learning the kicking techniques is a positive result of an adequate system of instruction that serves as a function and the student and the teacher as a technological system that can be examined**

As discussed previously, despite the great global dissemination that possess the martial arts today, few proposals to innovate and update the teaching methods, That is to say, is the case of the traditional practice of a martial art determined, or training rigorous focused on competition, the way in which they teach the techniques have been the same since its origin, so that the vast majority of teachers have imposed their own way of execution to their students. On many occasions it has been limited the development of the motor gesture in an individualized manner appropriate to the physical characteristics of each student ((s.f.), s.f.). At the same time, technological advances related to the simulation of movement have served in a wide range of application to various fields, among them you can find mainly simulation programs used by NASA to train its astronauts, just like the army of U.S.A., uses many resources in simulation for military strategy, mainly focused on the physical preparation, training pilots and design of items. Computer simulation, can be found in other areas as a tool, other examples are; In the practice of racing pilots, in virtual reality programs, whether they are recreational or teaching a system and also in cases of use of software for ergonomic design (Chiner, M., Mas, J., Alcaide, J., 2004). Ergonomics represents a technology of reciprocal communications between man and his technical partner environment, to provide reciprocal adjustment between human beings and the environment ( Osborne, 1999). Computer-aided ergonomics employs theory, principles, data and design methods to improve human well-being and all the performance of a system, so that they coincide with the physiological, anatomical, psychological characteristics and capacities of the human being ( Mondelo, Gregori, De Pedro, Gómez, M., 2002).The technological system in this case is integrated by the teacher and the student of the martial art. It is a system based on a traditional model that has evolved progressively in its context and purpose, but that as far as its methods of transmission of knowledge are concerned there are few modifications in question; further focusing on this analysis on the topic of learning and practice of kicks, that is one of the functions that seeks to be obtained from this system, the way in which they have been taught generation after generation has varied in terms of material to train, avoiding chances of injuries in the practitioners; Just like today the kicks are taught not only with the purpose of being part of the attack or defense in the war, in the case of the military preparation, but which are also used for personal defense, to be used in fighting regulated in competences or in routines own styles martial, among other examples (Park, P. W. 2006).

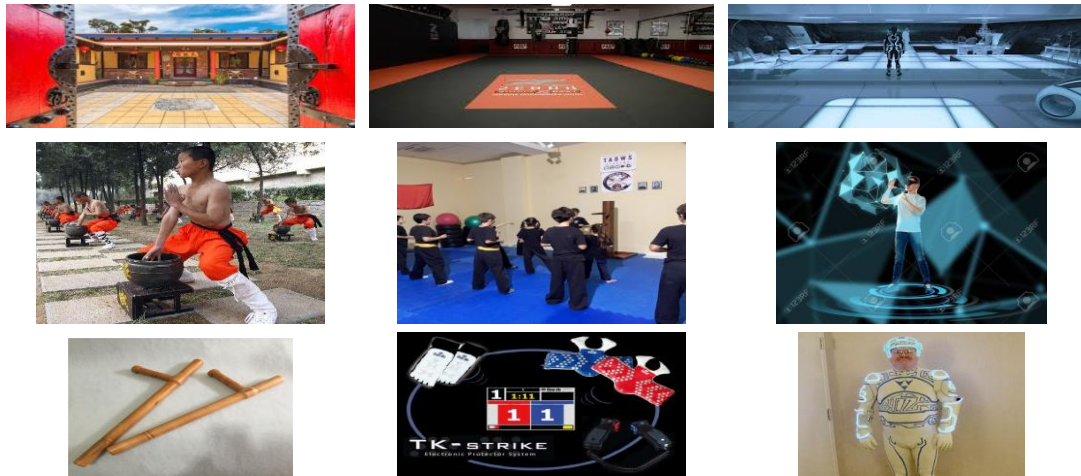


Figure 2. Representation of the diagram of the nine Windows, Triz.

In another context of teaching, studies have been carried out to propose the use and application of virtual learning platforms supported by information and communication technologies, they conclude that it is very useful for the achievement of objectives and make the learning process more dynamic of the students, besides that it helps them to develop competitive advantages in the work environment ( Almaraz, Lopez, Banda, 2012). However, they are not simulation-assisted computer systems or 3d graphical interfaces. These generated proposals should be improved and considered, because a large part of TRIZ history implies the creation of innovative solutions, so it is important to identify some general application thinking, instead of providing a specific solution ( Darrell, 2008).

Criteria for selecting solution concepts. The desired features on the technological tool that will support the system are the following: that offers a graphical representation of good quality of the techniques that will address, which allow us to appreciate and analyses those who attend this medium; It must be able to be visualized from different angles, besides having complementary characteristics in the representation, such as anatomical aspects, spaces and objects for simulated contexts. Experience has shown that anyone, regardless of age or nationality, likes to learn by illustrated visual means ( Oropeza, 2011). The information about each one of the techniques must be clear and sufficient for the complete assimilation of the one who sees it. The program must be available in order to run during the practice sessions, so that if we are attending class it will require a computer with enough memory to run the simulator, and for its projection it is enough to have a computer screen, although there are other options available, depending on whether the availability of options. The database or digital library, must be in a format that can be delivered to each of the students to be consulted.

The approach based on the knowledge to achieve the innovation, is sustained in the ideas of Genrich S. Altshuller, as for the beginning of the evolution of the technological systems that evolve towards its ideal, through the resolution of contradictions and analysis of its function, with the minimum use of costs and resources (Altshuller, 2002), (Altshuller, 2006). It is the concept of ideality a factor that allows the conception of solutions to complex problems, due to the transition of generation of tangible and intangible innovation (Darrell, 2010). For this reason, it is possible to establish the elements of TRIZ as an integrating mechanism in the solution of problems that arise during the development of an intangible, an algorithm, process, service or model (Córdova, Vargas, Méndez, Andrade, 2010).

In order for the modification to the system mentioned before to be operable, a manual of kicks with models was initially performed using the simulation software, through poses of the main phases of the techniques that are referred to, in addition to the main information complementary to each of them; this manual served as a basis for generating a point of evolution of the virtual teaching-learning system, inicialmente con tecnicas de pateo y posteriormente de mas alternativas de alcances. In Figure 3 and 4 shows some examples of human models, different ages, men and women with different morphologies and models that are generated through the use of specific software, with a variety of functionality and data handling, both vector and scalar quantities.





Figure 3. Simulation of executions of the kicking techniques.

Figure 3, illustrates the use of textures and visualization using 3d graphical interfaces and examples are shown of the executions of the kicking techniques, by their classification, in kicks of depth, vibration with different trajectories. Considering the range of reach of the maximum or minimum extension and joint flexion (Gowitz, B. A., & Morris, M., s.f.), (Soares de Araujo, 2005).

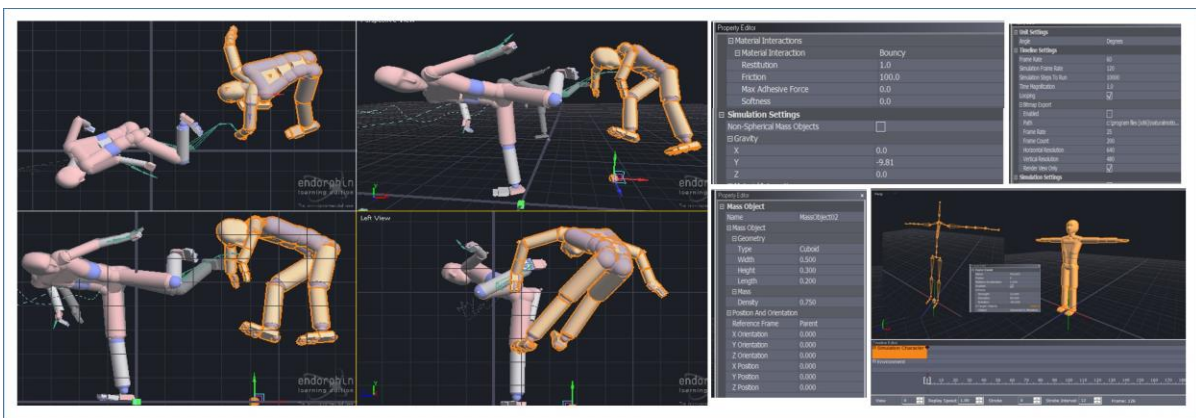


Figure 4. Simulation of techniques, for parameter measurement and data manipulation.

In figure 4, some examples of techniques simulations are shown, for measuring parameters and data manipulation, such as antropometrics measurements, range distances, heights, speed, force, execution time, among other available measurements variables. The chains generated in different frames of time or frames, are used for the construction of human models and environments, that are used for the calculation and determination of the variables to measure or to manipulate, as well as to check the reaches in situation of static or functional position (Millan, Garnica, Flores, 2015).

### Conclusions

The investigators document that Altshuller used arts to incite the creativity and the imagination, like part of the formation of TRIZ (Domb, Miller, Czerepinski, 2010). The objective of this research and development, is setting the basis for proposing new theories of teaching and learning. With the help of the TRIZ methodology has been raised the process of a new paradigm of teaching of martial arts and their potential scope to be extended to other areas. In this way can it is possible to demonstrate that the martial arts are supportive of technological means for its renewal and so teachers can be updated on teaching methods and qualified. Similarly, this project remains in the process of improvement and innovation in different creative ways, using TRIZ as an instrument. It is considered that there have been three revolutions for which humanity has traveled and allowed an increasingly accelerated technological advance: the Agricultural Revolution, the Industrial Revolution and the Informatic Technology revolution. With regard to the Informatic Technological revolution, it is indicated that several experts suggest that it has not been recognized as such, however it has radically changed the life of much of humanity and at present it would be impossible to trade and innovation, without computer systems (Oropeza,2007). The use of software for simulation, allows users to model, in some documented cases of TRIZ and software, it has been considered that it is better to teach users to develop, propose and design their own schemes, since it is not needed a knowledge expert in programming and one is already provided with libraries and an extensive base of knowledge and developed and proven previous cases (Flores, Millán, Flores, 2007). The documentary research carried out for the research, allows to reaffirm that many people can benefit from the methods and concepts of TRIZ, so it is necessary to create a

training of TRIZ robust and adaptable (Domb, 2008). Even for different areas of knowledge that require modify and evolve your systems of current operation, the present proposal is an example has further developed.

## References

- Almaraz, I., Lopez, R. y Banda, H. (2012). La educación virtual como una herramienta para el desarrollo de ventajas competitivas. VI Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad. Puerto Vallarta, México.
- Altshuller G. (2002). 40 Principles. TRIZ Keys to Technical Innovation. 3th Printing. USA. Technical Innovation Center.
- Altshuller, G. (2006). And suddenly the inventor Appeared, TRIZ, the Theory of inventive problem solving. (2nd ed.), Worcester. MA: published by Technical Innovation Center, Inc
- Chiner, M., Mas, J. y Alcaide, J. (2004). Laboratorio de Ergonomía. México: Alfaomega.
- Córdova, E. y Macías, J. S. (Octubre, 2011). Cocreación con TRIZ, un enfoque moderno de innovación sistemática. VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Querétaro, México.
- Córdova, E., Vargas, F., Méndez, A. y Andrade, H. A. (Diciembre, 2010). Applying TRIZ in The Software Development. V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ, ISBN: 9786074872347. Puebla, México.
- Coronado, M., Oropeza, R. y Rico, E. (2005). Triz, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática. México: Panorama.
- Dadyko, O., Pérez, R. D., González, S. y Ramírez, H. (Octubre, 2012). La resolución de contradicciones físicas para asistir el diseño conceptual de nuevos productos. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- Darrell, M. (Diciembre, 2010). Beyond TRIZ: the science of business innovation, the science of intangibles. V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ, ISBN: 9786074872347. Puebla, México.
- Darrell, M. (Octubre, 2008). Levers to breakthrough solutions. III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Guadalajara, Jal, México.
- DAZ Studio 4.7 User Guide (2014)
- Domb, E. (Noviembre, 2008). Teaching TRIZ to Beginners. III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Guadalajara, México.
- Domb, E., Miller, J.A. y Czerepinski, R. (Diciembre, 2010). Improve TRIZ Teaching and Learning by Getting Out of the Classroom. V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ, ISBN: 9786074872347. Puebla, México.
- Endorphin User Guide, NaturalMotion Ltd. Version 2.5.2.5052 (2005) & 2.7.1.7332 Learning Edition, (2006).
- Flores, G. y Millán, E. A. (Diciembre, 2010). El kung fu de la metodología TRIZ para la Generación del Conocimiento. V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ, ISBN: 9786074872347, 87-98. Puebla, México.
- Flores, G., Córdova, E. y Torres, S. J. (Septiembre, 2006). Diseño Funcional de un aparato para el desarrollo de la elasticidad (FXL). I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, ISBN: 9688639230. 103-119. Puebla, México.
- Flores, G., Garnica, J. y Millán, E. A. (Noviembre, 2014). TRIZ como elemento de integración de planes de negocios, en la creación de nuevos productos y servicios. caso: productores de la sierra norte del estado de Puebla. IX Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica y Desarrollo de Productos. 1-15. México, DF.
- Flores, G., Millán, E. A. y Flores, T. (Noviembre, 2007). Empleo de la metodología TRIZ, para la creación de un generador de programas de ingeniería asistidos por computadora para las funciones CAD-CAM-CAE-CAPP-CAQ. II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, 78-87. Monterrey, México.
- Frederic Louis. Diccionario Ilustrado de las Artes Marciales. Eyra: Madrid.
- Fundación de la innovación Bankinter. (2010). El arte de innovar y emprender, cuando las ideas se convierten en riqueza. Future Trends Forum. Madrid, España. Recuperado de: <http://www.fundacionbankinter.org>
- Gowitzte, B. A., & Morris, M. (s.f.). El cuerpo y sus movimientos. Bases Científicos. Barcelona: Paidotribo.
- Guzman, L.A. (2012). Manual de Cineantropometría. Colombia: Kinesis.
- Henrich, M. y Rojas, O. (Octubre, 2013). Aplicaciones de la metodología TRIZ en el diseño ergonómico de estaciones de trabajo. Industrial Data. Industrial Data, vol. 16, núm. 1, enero-junio, 2013, pp. 102-107. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Hérandez Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación (4ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Jeet Kune Do Terminology. (s.f.). [www.fightscope.com/jkd/terminology/](http://www.fightscope.com/jkd/terminology/)
- Lee, Bruce. (s.f.) Tao of Jeet Kune Do. Ohara Publications, Incorporated.
- León, N., Flores, M., Aguayo, H. y Ortiz, S. (Octubre, 2012). La innovación en México, contexto actual y necesidades de las empresas Mexicanas. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- Lin, C. & Luh, D. (2009). A vision-oriented approach for innovative product design. Advanced Engineering Informatics. 23(2). 191-200. doi:10.1016/j.aei.2008.10.005.
- Link, N., & Chou, L. (2012). Anatomía de las Artes Marciales. Ediciones Tutor.
- Malagón de García, C. (2001). Manual de antropometría. Colombia: Kinesis.
- Marín, H. E., Guzmán, E., Lira, J. L. y Guzzi, M. G. (Octubre, 2012). Aplicación de las tendencias de evolución durante el diseño conceptual de nuevos productos. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- Mondelo, P., Gregori, E., De Pedro, O. y Gómez, M. (2002). Ergonomía 4. México: Alfaomega.
- Oborne, D. (1999). Ergonomía en acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre. México: Trillas.
- Oropeza, R. (2010). TRIZ. La metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática. Monterrey, NL.
- Oropeza, R. (2011). Niños y jóvenes creativos e innovadores en un tris...con TRIZ. México: Panorama.
- Oropeza, R. (Noviembre, 2007). ¿Debe tener límites la Innovación Tecnológica?. II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, ISBN: 9789689182887. Monterrey, NL, México.
- Park, P. W. (2006). Curso de Tae Kwon Do. La técnica del Chagui. Barcelona: De Vecchi.
- Poser pro, User Guide (2014).
- Soares de Araujo, C. G. (2005). Flexitest. El método de evaluación de la flexibilidad. Badalona, España: Paidotribo.
- Society at a Glance 2009, OECD Social Indicators. ISBN: 9789264056879 (PDF) ; 9789264049383 (print). DOI: 10.1787/soc\_glance-2008-en
- Wushu Terminology. (s.f.). [www.flashmavi.com/wushu\\_terminology](http://www.flashmavi.com/wushu_terminology)

# Ergonomics assisted by computer and the TRIZ methodology: a synergy in the innovation to product design

Dr. Guillermo Flores Téllez<sup>1</sup>, Prof. Luis Gabriel Rojas Sánchez<sup>2</sup>, Dr. Jaime Garnica González<sup>3</sup>,  
Dr. Joselito Medina Marín<sup>4</sup>, Dr. Heriberto Niccolas Morales<sup>5</sup>, Dr. Edgardo Córdova López<sup>6</sup>  
Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera<sup>7</sup>, Mtra. Norma Escamilla Taboada<sup>8</sup>

**Summary — the present study presents the elements that make up TRIZ and computer aided ergonomics, as a synergy for product innovation. Ergonomics is a scientific discipline, it is a field in engineering that employs theory, principles, data and design methods to optimize human well-being and all the performance of a system, so that they coincide with the physiological, anatomical characteristics, Psychological and human capacities. Ergonomics, as multidisciplinary science, as well as TRIZ, is a systematically oriented discipline and can be assisted by software, with the scopes of design, engineering, manufacturing and simulation of human interactions and the elements of a System.**

**Keywords — TRIZ, innovation, anthropometry, software, ergonomics, product design.**

## Introduction

Technological advances and innovation are an essential element; they represent a continuous demand for companies, as opposed to the requirements of global competitiveness of international companies. (León, N, Flores, M., Aguayo, H. y Ortiz, S., 2012). The innovation involves a complicated issue that is raised by technical components, economic and social, is a task that demands of creativity to devise a significant diversity of contributions, new goods and services (Fundación de la innovación Bankinter, 2010). TRIZ is a methodology that assists in the creative process of product innovation and is constituted of several tools to support the designers (Oropeza, R., 2011). The TRIZ methodology is a support tool for innovators and an integrative component, has been used for years with several documented success stories of companies, national and foreign universities reporting to TRIZ as an amplifier of creative talent (Flores, G., Garnica, J. y Millán, E. A., 2014). Also, researchers have considered to TRIZ as a platform that streamlines the profits and results in less time in comparison of methods linear applied conventionally (Zapata, A. y Treviño, J. J., 2011). TRIZ is a systematic method to increase creativity, is based on the study of models of evolution and patents. People, who solve problems intuitively, find additional ideas, and people who solve problems in a structured way have additional structures (Oropeza, R., 2010). To obtain

---

<sup>1</sup> Dr. Guillermo Flores Tellez. is an innovation advisor at the systematic Training Center for the development of CASDT® technologies and Ph.d. In Industrial Engineering Sciences from the Center for Advanced Research in Industrial Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. [gft17@yahoo.com](mailto:gft17@yahoo.com)

<sup>2</sup> Prof. Luis Gabriel Rojas Sánchez. Is a member of the talent acquisition, innovation and technology Transfer program of CASDT® Scholarship to researchers Students and student of the degree in electronics of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [luisrojassanchez@yahoo.com](mailto:luisrojassanchez@yahoo.com) (correspondent Author).

<sup>3</sup> Dr. Jaime Garnica González. is research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. [jgarnicag@gmail.com](mailto:jgarnicag@gmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Joselito Medina Marín. He is a research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.

<sup>5</sup> Dr. Heriberto Niccolas Morales. He is a research professor at the Center for Advanced Research in Industrial Engineering belonging to the Institute of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of the State of Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.

<sup>6</sup> Dr. Edgardo Córdova López. , is a research professor who teaches at the Instituto Tecnológico de Puebla, an expert in TRIZ, founder and Vice-President of the Mexican Association of TRIZ. Puebla, Puebla. [ecordoval@gmail.com](mailto:ecordoval@gmail.com).

<sup>7</sup> Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera. is an entrepreneur and director of the CASDT® Scholarship to researchers Students ' talent, Innovation and technology transfer program. [lis\\_millan@yahoo.com](mailto:lis_millan@yahoo.com)

<sup>8</sup> Mtra. Norma Escamilla Taboada. Master of Science in Industrial Engineering graduated from the Advanced Research Center in Industrial Engineering from the Autonomous University of the State of Hidalgo and student of the doctoral program at the Autonomous Metropolitan University (Azcapotzalco campus).



accurate and reliable product design results, it is necessary that the solutions obtained are supported by the use of software to assist in the design, manufacture and engineering of the product. (Córdova, E., Flores, G., y Torres, S. J., 2006). Ergonomics is the scientific discipline related to understanding the interactions between human beings and the elements of a system. It is an engineering field that employs theory, principles, data and design methods to improve human well-being and all the performance of a system, so that they coincide with the physiological, anatomical, psychological and human capacities. (Mondelo, P., Gregori, E., De Pedro, O. y Gómez, M., 2002). Etymologically, it means Ergon: work and Nomos: Law, represents a technology of reciprocal communications between man and its technical partner environment, its objectives are to provide the reciprocal, constant and systemic adjustment between man and the environment. (Oborne, D., 1999). Ergonomics, as a multidisciplinary science, convenes professionals from different areas and like TRIZ, ergonomics is a systematically oriented discipline that can be assisted by software, with the scopes of design, engineering, manufacturing and Simulation of human interactions and the elements of a system (Coronado, M., Oropeza, R. y Rico, E., 2005). The present study raises the elements that make up TRIZ and computer aided ergonomics, exposing functionality in terms of static anthropometry and functional anthropometry, como una sinergia para la innovación de productos, as a synergy for the innovating of products, under the consideration of the man, the machines and the environment involved in the creative process.

### **Description of the problem**

The anthropometry or measurement of the human body, is the subdiscipline for the "implementation of the methods physical-scientists the human being for the development of design standards and the specific requirements and for the assessment of the engineering designs, scale models and manufactured products, with the objective of ensuring the adequacy of these products to the population of users alleged" (Oborne, D., 1999). In this way the designer of products used anthropometric data to adjust the project to the relevant specifications of the user. It is important to have details of the dimensions of the appropriate parts of the human body. There is now international databases about the average height of men and women in the different countries, such as those contained in society at a glance of OECD Social Indicators (Society at a Glance 2009, OECD Social Indicators). However, they do not specify partial measurements of different parts of the body, limiting their use for very specific applications. The main source of anthropometric data has been obtained primarily from military studies. Because it is necessary to measure large numbers of people to establish the representative dimensions of a population, a condition that military analysts have at their disposal by the large number of men and women for whom they must design diversity of products. These databases represent an approximation that cannot be adapted to the design requirements for the civilian population. It is important to establish that there are currently anthropometric data tables of the people of a country and at the time of using the data may not adapt to the population of another country, it is always advisable to have tables of values Anthropometric That meet certain primary requirements, Such as: that they come from a representative study, to be appropriate to the race of the country for which it is designed and to have updated data due to the secular growth of the population.

There are several sources of information from studies in U.S.A., Great Britain, Spain and other developed countries, but they are not approximations that can be used for Latin American countries, which represents a constant and growing need for have appropriate and compatible data for the population corresponding to the development. In addition to this the increasing migration of global population, does not allow you to specify a particular race that is positioned geographically with precision.

What obsolete much of the information available that has been published in studies of the civilian population in various geographical areas of the world. The type of anthropometric data that are of interest in the development of products, is classified in anthropometry structural and anthropometry functional (Mondelo, M., et al., 2002). The first refers to the dimensions of simple a human being at rest and the second are the composite measures of a human being in motion. There is a need for accurate data and the approximations simple cannot take the place of the data of the anthropometric surveys controlled in a comprehensive manner. The researchers believe that there is not a panacea for reference for all of the design problems and the contributions made only provide a point of reference. In Figure 1, shows an outline of the proportions and dimensions of condensed to way to approximations of the total height (Oborne, D., 1999).

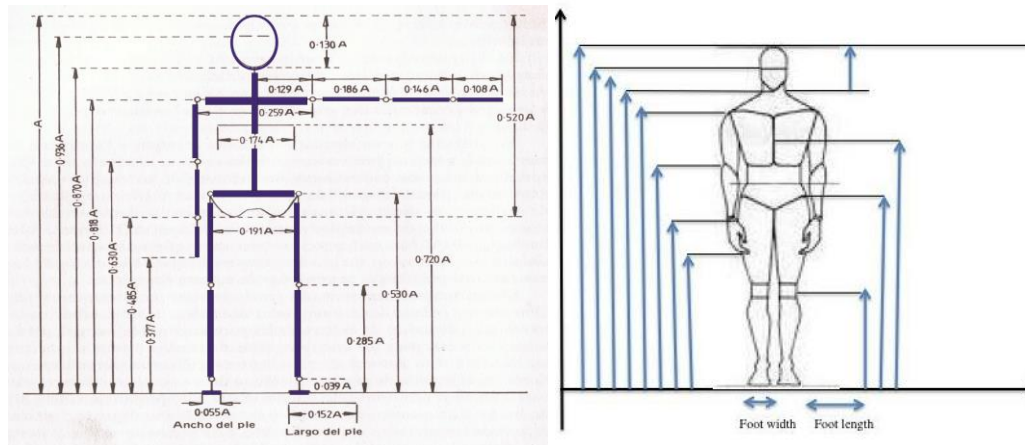


Figure 1. Approximate lengths of body parts expressed as proportions of total height (Flores, Garnica, Millán y Medina, 2015).

In particular there is an anthropometric study in full of a specific population and few studies have been verified, these present data of populations biased, outdated or that they do not consider the full dimensions required in the ergonomic design of products. On the other hand, with regard to the ergonomic design of products with TRIZ, it is possible to find scarce studies of applications of the methodology TRIZ in the ergonomic design, where the methodological tool has been applied in the solution of ergonomic problems, to find creative resources such as workstation design, noise and lighting (Henrich, M. y Rojas, O., 2013). The problem lies in that there is not a specific schema that middle to the designer about that tools of TRIZ must apply in the various phases of the design of the product that is left to the consideration of the expert designate the tools to be applied in accordance with the contradictions or problems that arise during the creative process. It should be mentioned, that studies have been conducted on TRIZ, to establish trends in product design evolution and conclude that TRIZ represents a pattern of reasoning capable of guiding the development of products, however, the difficulty of applying these tools resides that trends do not have a linear application order, that is, it requires starting the process in a creative way from start to finish, in addition to needing support through computer tools that Allow designers, an economy of time and material resources (Marín, H. E., Guzmán, E., Lira, J. L. y Guzzi, M. G., 2012). The need to develop new products is a complicated activity that requires simple tools and at present this condition has not been checked compensated with the available software (Dadyko, O., Pérez, R. D., González, S. y Ramírez, H., 2012). However, there are studies that exhibit viable alternatives that entrepreneurs in other countries have adopted to have necessary software and tools (Rodríguez, R., M., 2007), as well as development of software proposals as an alternative to support the development of innovation and engineering projects, with the functions of design, analysis, simulation and manufacturing interfaces under the GNU license (Flores, G., Millán, E. A. y Flores, T., 2007).

### Computer aided ergonomics and the TRIZ methodology

It is necessary to establish a clear idea of TRIZ and ergonomics for associating synergistically, so it is through the revision of its antecedents, concepts, foundations, functions, application of methods and results obtained it is possible to obtain as a deduction from this study, an existing relationship, because both instruments aimed at the product design, can be aimed systematically and need to be assisted by software, to achieve the scope of design, engineering, manufacturing and simulation of the results of the creative process. Therefore, computer-assisted ergonomics allows maximizing the scope and results that the TRIZ methodology provides for its individual application. This concordance results in a creative method of innovation to maximize the value of products. The ergonomic design and TRIZ can be integrated to facilitate the conceptual design and make more efficient the process of development of new products. The integration points of these methodologies, are identified by the analysis of its internal structure and their common aspects, anthropometric measurements own ergonomics can establish and identify at that stage of the design process you can make optimal use of the different tools of TRIZ. The points of Integration of these. It is necessary the use of software to obtain better results, faster and of quality, using congruently the tools CAD/CAM/CAE, it is possible by a concurrent process from the beginning of data taking, until the end of the creation process, what That allows an accurate realization of the product . In Figure 2, shows an outline of the association and analysis of the synergies of the TRIZ, ergonomics and the assistance of software for establishing an integration.

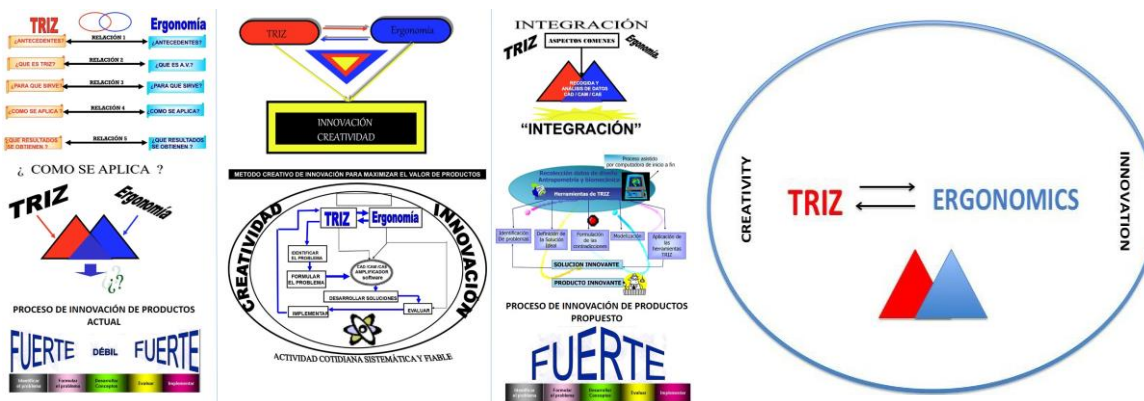


Figure 2. Software Integration-Ergonomics-TRIZ.

With regard to the interpretation of anthropometric data coming from a population, it is necessary to establish that the distribution of values approximates a normal function, which is described by the average value and its standard deviation, as measures of dispersion. In a general procedure there are conceptualized designs that one could adapt to the biggest possible number of persons, by means of the centiles employment. Therefore the centile 5 (p5) means that 5 % of the population reaches this value and a centile 95 (p95) means that 95 % of the population reaches to this value. It is between these two percentiles which covers 90% of the population. It is by means of support of motion capture in real time (MOCAP), simulation and animation software, that it is possible to create a defined model of a certain system, in this case by capturing anthropometric measurements and handling quantities Vectors, scalars and statistical data management, in addition to the modeling of interaction environments between the user and the product designed. That by means of the tools of TRIZ are defined and classified as supersystem, system and technological subsystem for its analysis. The chains generated in different frames of time or frames, are used for the construction of human models, that are used for the calculation and determination of the dimensions of the items to be designed, as well as to check the scopes in position situation Static or functional. The benefit and usefulness of these models from an ergonomic point of view is clear, because it is possible to check the suitability of a product to different types of users, without physically disposing of the same. The positions, the working angles and the scopes can be verified on the product modeled with different human models. In figure 3., shows some examples of human models, children of different ages, men and women of different morphologies and models that are generated through the use of specific software, With a diversity of functionality and data management, also in figure 4, the use of textures, product materials and 3d graphic interfaces is exemplified.

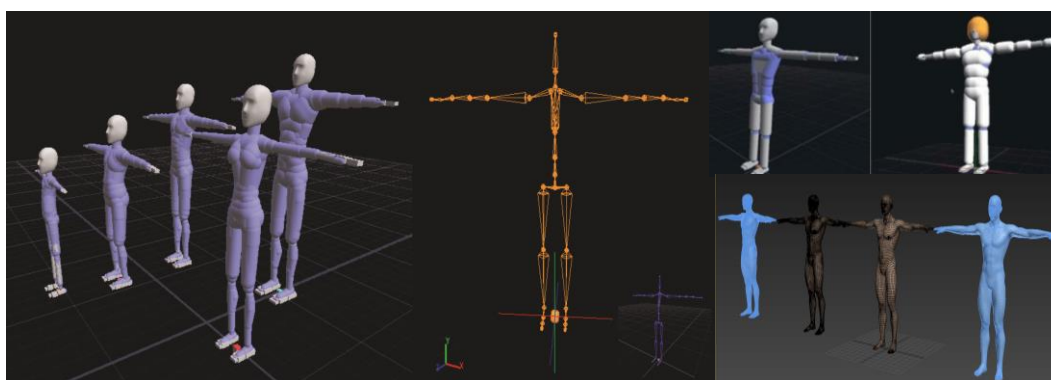


Figure 3. Examples of human models.

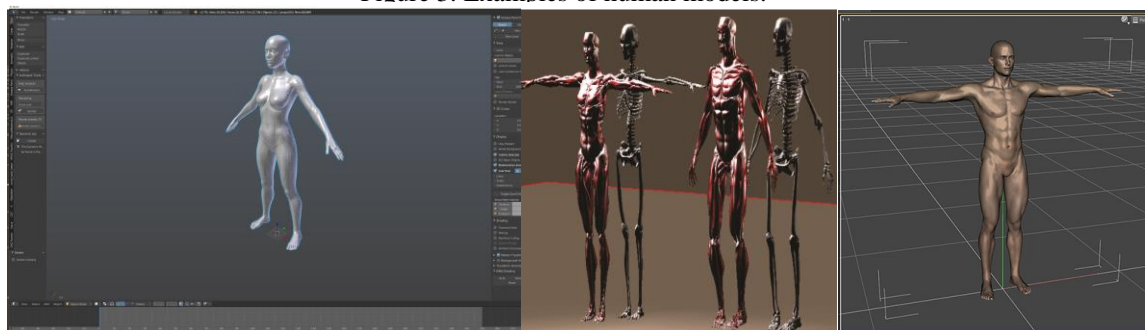


Figure 4. Human models with the use of textures, materials and graphical interfaces for 3d visualization.

In table 1, some software options are listed for the dynamic movement of human models to assist ergonomic studies. They can be used to simulate physical activity with objects and to create an animation 3D supported with textures, materials and behaviors. These simulations allow creating models that interact with the environment, through the tracking of parameters based on magnitudes and scalar quantities.






Software	General description	License
	Parametric 3d Modeler made primarily to design real life objects of any size. It is possible, to modify easily the design and to change its parameters. FreeCAD is of open code and highly personalizable, scripts and extensible. FreeCAD is multiplatform (Windows, Mac and Linux), allows to import and export many open file formats such as STEP, IGES, STL, SVG, DXF, OBJ, CFI, DAE. It is aimed directly at engineering, product design and other engineering specialties. FreeCAD has similar tools to Catia, SolidWorks or Solid Edge, and therefore also falls into the category of MCAD, PLM, CAx and CAE. It is a parametric modeling function based on a modular software architecture that makes it easy to provide additional functionality without modifying the central system.	Free
	It is of open code and an alternative to the property modeling nuclei 3D. It is a platform of software of big scope for the development of the CAM / IT FALLS DOWN and applications CAD. It has a 3d modeling core that consists of a reusable C object libraries, and a set of development tools, all available in open source.	Free
	It is a program for 3D modeling, can be used to easily design models rights through its rich set of tools of Sculpture. The Sculptris surface contains countless triangles that are automatically built on their 3d model surface. Offers an excellent entry in 3D modeling. Its characteristics are easy to learn and sufficiently robust for the creation of base models, which then can be refined in other applications.	Free
	Software produced for 3d creation, as a tool for human models and 3d scenarios. Contains a platform 'GENESIS' with the support of multiple files and import/export capabilities, compatible with other software solutions of animation, simulation and 3D design. Is available free of charge, DAZ Studio is designed to allow users to manipulate "ready to use" models and figures, as well as another type of 3D content of support. It is aimed at users who are interested in presenting human and non-human figures of illustrations and animations.	Free
	Endorphin is a program of synthesis of dynamic movement developed by Natural Motion. It can be used to simulate physical activities with objects and to create behaviors, which are a series of predetermined movements that can be used in a character. Endorphin has its free version (Endorphin Learning Edition) and its commercial version, the most important difference between them is that the commercial can export animations to 3D Studio Max or Maya	Free & Commercial

Table 1. Software options to assist ergonomic studies (Flores, et al., 2015).

### Final Comments

The use of software, maximizes the scope of ergonomic studies for product development and the TRIZ methodology underpins the creative method of innovation to extend the scope of the innovation of goods. The anthropometric measurements of ergonomics are assisted by the use of real-time motion capture (MOCAP), as a technique of recording movement succeeds in the transfer of a real environment to a digital model; it is a method that offers a greater degree of precision in capture and data collection. It is the ergonomics, the guide that can establish and identify in which stages of the design process can make optimal use of the different tools of TRIZ. There are several software alternatives with computer-aided tools and applications, some are a free option and others require a license payment, however, by combining your employment, any option allows for Exchange, import and Export of projects for the purposes of CAD/CAM/CAE and Computer aided simulation. We recommend the use of free software or GNU, in LINUX, with the aim of optimizing the different processes of innovation, creation of new products and technologies.

### References

Altshuller, G. (2006). And suddenly the inventor Appeared, TRIZ, the Theory of inventive problem solving. (2nd ed.), Worcester. MA: published by Technical Innovation Center, Inc  
 Beltrán, E., Juárez, U. y Cortés, G. (Noviembre, 2012). Patrones de diseño de software con principios inventivos. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.



- Chiner, M., Mas, J. y Alcaide, J. (2004). Laboratorio de Ergonomía. México: Alfaomega.
- Clive Dym (2011), El proceso de diseño en ingeniería: Cómo desarrollar soluciones efectivas. México D.F., México: Limusa Wiley.
- Córdova, E. y Macías, J. S. (Octubre, 2011). Cocreación con TRIZ, un enfoque moderno de innovación sistemática. *VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Querétaro, México.
- Córdova, E. y Perez, G. (Septiembre, 2006). Propuesta Metodológica TRIZ-A.V. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. México.
- Córdova, E., Flores, G., y Torres, S. J. (Septiembre, 2006). Diseño Funcional de un aparato para el desarrollo de la elasticidad (FXL). *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. 103-119. Puebla, México.
- Coronado, M. , Oropeza, R. y Rico, E. (2005). Triz, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática. México: Panorama.
- Dadyko, O., Pérez, R. D., González, S. y Ramírez, H. (Octubre, 2012). La resolución de contradicciones físicas para asistir el diseño conceptual de nuevos productos. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Darrell, M. (Octubre, 2008). Levers to breakthrough solutions. *III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Guadalajara, Jal, México.
- DAZ Studio 4.7 User Guide (2014)
- Domb, E. (Noviembre, 2008). Teaching TRIZ to Beginners. *III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Guadalajara, México.
- Endorphin User Guide, NaturalMotion Ltd. Version 2.5.2.5052 (2005) & 2.7.1.7332 Learning Edition. (2006).
- Fiksel, J. (2009). Design for Environment: a Guide to Sustainable Product Development. (2da. Ed.). USA: McGraw-Hill.
- Flores, G., Garnica, J. y Millán, E. A. (Noviembre, 2014). TRIZ como elemento de integración de planes de negocios, en la creación de nuevos productos y servicios. caso: productores de la sierra norte del estado de Puebla. *IX Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica y Desarrollo de Productos*, 1-15. México, DF.
- Flores, G., Millán, E. A. y Flores, T. (Noviembre, 2007). Empleo de la metodología TRIZ, para la creación de un generador de programas de ingeniería asistidos por computadora para las funciones CAD-CAM-CAE-CAPP-CAQ. *II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, 78-87. Monterrey, México.
- Flores, G., Garnica, J., Millán, E. A. y Medina, J. (noviembre, 2015). Ergonomía asistida por computadora y la metodología TRIZ: una sinergia en la innovación y diseño de productos. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals. Celaya, Guanajuato, México. ISBN: 978-1-939982-18-6
- Fundación de la innovación Bankinter. (2010). El arte de innovar y emprender, cuando las ideas se convierten en riqueza. Future Trends Forum. Madrid, España. Recuperado de: <http://www.fundacionbankinter.org>
- Garnica, J. (2012). Modelo sistémico para la innovación producto-tecnología, en las pequeñas y medianas empresas, un estudio de caso. (Tesis de doctoral). Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México.
- Guzman, L.A. (2012). Manual de Cineantropometría. Colombia: Kinesis.
- Henrich, M. y Rojas, O. (Octubre, 2013). Aplicaciones de la metodología TRIZ en el diseño ergonómico de estaciones de trabajo. *Industrial Data*. *Industrial Data*, vol. 16, núm. 1, enero-junio, 2013, pp. 102-107. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- León, N., Flores, M., Aguayo, H. y Ortiz, S. (Octubre, 2012). La innovación en México, contexto actual y necesidades de las empresas Mexicanas. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Lin, C. & Luh, D. (2009). A vision-oriented approach for innovative product design. *Advanced Engineering Informatics*. 23(2). 191-200. doi:10.1016/j.aei.2008.10.005.
- Malagón de García, C. (2001). Manual de antropometría. Colombia: Kinesis.
- Marín, H. E., Guzmán, E., Lira, J. L. y Guzzi, M. G. (Octubre, 2012). Aplicación de las tendencias de evolución durante el diseño conceptual de nuevos productos. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Martínez, L., Zapata, A., Castillo, B. E. y Hernández, V. (Octubre, 2011). Aplicación de TRIZ en el diseño de herramientas. *VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Querétaro, México.
- Mondelo, P., Gregori, E., De Pedro, O. y Gómez, M. (2002). Ergonomía 4. México: Alfaomega.
- Monnier, B. (Septiembre, 2006). Innovation improvement strategy using TRIZ. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. México.
- Montiel, A. y Montalvo, N. (Noviembre, 2012). INNOPTIMATION – an Evolutive Innovation Algorithm. *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Orizaba, Veracruz, México.
- Nishiyama, J. C., Zagorodnova, T. y Requena, C. E. (Diciembre, 2010). Unified Structured Inventive Thinking. *V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ*, ISBN: 9786074872347. Puebla, México.
- Nishiyama, J. C., Zagorodnova, T. y Requena, C. E. (Noviembre, 2013). Funciones en el marco del Unified Structured Inventive Thinking. *VIII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Mérida, Yucatán, México.
- Norman, D. (2002). The Design of everyday things. Newyork, U.S.A.: BASIC BOOKS.
- Oborne, D. (1999). Ergonomía en acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre. México: Trillas.
- Oropeza, R. (2010). TRIZ, La metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática. Monterrey, NL.
- Oropeza, R. (Octubre, 2011). Niños y Jóvenes Creativos en un Tris, con TRIZ. *VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Querétaro, México.
- Poser pro, User Guide (2014).
- Rodríguez, R., M. (Noviembre, 2007). Herramientas informáticas para el apoyo de la Innovación en las Pymes, Barcelona- España . *II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9789689182887. Monterrey, NL, México.
- Savranski, S. D. (2000). Engineering of creativity: introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. Boca Raton, USA: CRC Press LLC.
- Seredinski, A. (Noviembre, 2007). TRIZ and Innovation Methods. *II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9789689182887. Monterrey, NL, México.
- Seredinski, A. (Septiembre, 2006). Creativity, TRIZ, Innovations: always together?. *I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, ISBN: 9688639230. Puebla, México.
- Society at a Glance 2009, OECD Social Indicators. ISBN: 9789264056879 (PDF) ; 9789264049383 (print). DOI: 10.1787/soc\_glance-2008-en
- Zapata, A. y Treviño, J. J. (Octubre, 2011). Dictamen sobre el conocimiento y aplicación de TRIZ en la industria maquiladora. *VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*. Queretaro, México.

# LA IMPORTANCIA DEL PROGRAMA DE TUTORÍAS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IGUALA

MA. Felipe Flores Villalobos<sup>1</sup>, CP Juan Estrada Aguilar<sup>2</sup>, MA Juana Mirna Valle Morales<sup>3</sup>, MAN Beatriz Liliana Orduña Tenorio<sup>4</sup>, C. Yoselin Mariana Martínez Bahena<sup>5</sup>

**Resumen-** En el presente artículo de investigación se implementaron dos cuestionarios con el propósito de examinar el impacto que está teniendo la implementación del programa de tutorías.

**Existe la confianza de que a partir del conocimiento de los tutores del programa de tutorías. Las autoridades de cada Instituto podrán aplicar medidas que apoyen a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes del Instituto y así puedan disminuir los índices de reprobación y deserción, evitando que los alumnos causen baja.**

**Palabras clave-** entrevista, cuestionario, tutorías, alumno.

## INTRODUCCIÓN

La tutoría ha estado presente a lo largo de la historia educativa en la mayoría de los países. En las universidades anglosajonas, se persigue la educación individualizada, procurando la profundidad y no tanto la amplitud de conocimientos. En el Reino Unido, Australia y Estados Unidos, el tutor es un profesor que informa a los estudiantes universitarios y mantiene los estándares de disciplina.

En los Estados Unidos, en Canadá y en algunos países europeos, los centros de orientación en las universidades constituyen instancias de gran importancia en la actualidad. Entre las actividades asumidas por éstos se pueden señalar: la impartición de diferentes cursos acerca de cómo estudiar, de orientación, de elaboración y puesta en operación de programas de higiene mental, apoyados por especialistas. Es a partir de aquí y con las recomendaciones sugeridas por la ANUIES como los Tecnológicos buscan alternativas de solución. La DGEST incorpora el Programa de Tutoría en los Institutos Tecnológicos a partir del año de 1997, como una estrategia para disminuir los inconvenientes de estudio que cada alumno viene arrastrando desde los niveles anteriores.

Gran número de instituciones de educación superior, pero en particular las Instituciones públicas, presentan altos índices de rezago, reprobación y deserción, lo que representa una enorme preocupación en cada institución, así como un fuerte reto para los docentes. Era importante encontrar alternativas que coadyuvaran a solucionar la problemática.

Esto explica, que las instituciones se hayan preocupado por incorporar la Tutoría como una estrategia para coadyuvar a mejorar esta problemática. Se incorpora de manera oficial, una nueva estrategia de apoyo a los estudiantes, denominada "Tutorías Académicas" según la SEP SEIT DGIT; Procedimientos para las tutorías académicas en el Instituto Tecnológico (1997).

---

<sup>1</sup> M. A. Felipe Flores Villalobos es profesor de Tiempo completo del Instituto Tecnológico de Iguala, miembro de un cuerpo docente en formación. [felipe.flores@itiguala.edu.mx](mailto:felipe.flores@itiguala.edu.mx) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> C.P. Juan Estrada Aguilar. Es profesor de medio tiempo del Instituto Tecnológico de Iguala, miembro de un cuerpo docente en formación. [juan.estrada@itiguala.edu.mx](mailto:juan.estrada@itiguala.edu.mx)

<sup>3</sup> MA. Juana Mirna Valle Morales. Profesora de medio tiempo del Instituto Tecnológico de Iguala, miembro de cuerpo académico en formación. [mirna.valle@itiguala.edu.mx](mailto:mirna.valle@itiguala.edu.mx)

<sup>4</sup> MAN Beatriz Liliana Orduña Tenorio. Profesora de medio tiempo del Instituto Tecnológico de Iguala, miembro de cuerpo académico en formación. [Bliliana.tenorio@itiguala.edu.mx](mailto:Bliliana.tenorio@itiguala.edu.mx)

<sup>5</sup> C. Yoselin Mariana Martínez Bahena. Alumna de 4 semestre de COPU del Instituto Tecnológico de Iguala.



El Manual del Tutor del SNIT (2013), define a una tutoría **como el conjunto de actividades que permiten el acompañamiento de los estudiantes a través de un tutor, con la finalidad de disminuir los índices de reprobación y deserción, además de tener un grado más alto en la eficiencia terminal.**

Mientras que, Müller Marina (2007), **menciona que el trabajo de orientación educativa y tutorial de nivel superior, debe ser una estrategia interdisciplinaria de los procesos de enseñanza-aprendizaje, para lograr la inserción de los alumnos en la vida académica, su integración grupal, el rendimiento académico y la detección y control de los problemas personales que afectan a los estudiantes.** Es por eso que es muy necesario analizar la importancia de este programa en el desarrollo académico de los alumnos.

## DESARROLLO

Consecuentemente, para que el programa de tutoría tenga resultados efectivos y se fortalezca el objetivo primordial de lograr una formación integral en el estudiante de los institutos tecnológicos, surge el cuestionamiento ¿cómo instrumentar el programa de tutoría en una Institución de Educación Superior?

Con la intención de brindar un acompañamiento oportuno a los estudiantes de nuevo ingreso, para ello, se realizó un cuestionario inicial, en el que se les invitó participar a todos los estudiantes de las cinco carreras del ITI, teniendo un total de 402 estudiantes de los cuales respondieron 340, que representa EL 84% de la población de nuevo ingreso.

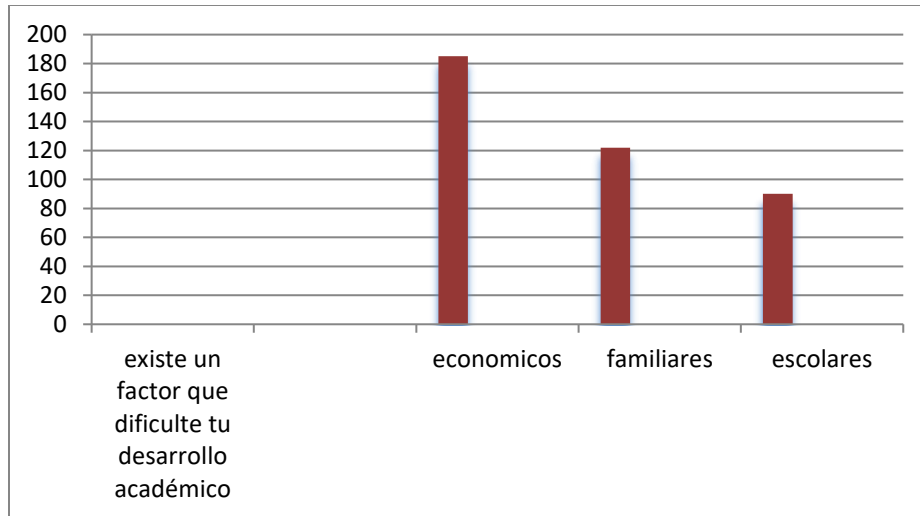
Con el apoyo de los tutores se les solicitó que respondieran un cuestionario, en el que se solicitaron antecedentes personales, con la finalidad de tener una base de datos de cada uno, y que el tutor pueda consultarlo para conocer acerca de cuestiones socioeconómicos, pasatiempos, entre otros del tutorado, es importante señalar que para el diseño del cuestionario se tomaron como referencia el manual del Tutor del TECNM (2013) que es la base de este programa de tutorías.

Se elaboró el Programa Institucional de Tutorías (PIT) de nuestro Instituto Tecnológico de Iguala, con la intención de tener un diseño de objetivos en el programa, así como, la elaboración y entrega de un cuadernillo del tutor, que les fue proporcionado en la plática de inducción al PIT, en él se precisaron las actividades a realizarse en el semestre, se crearon redes sociales para monitorear el programa y proporcionar avisos que fueron de interés para tutores y tutorados asimismo se implementaron diplomados de tutorías para fortalecer las habilidades de los docentes y puedan ser las guías de los alumnos, también se llevaron a cabo conferencias de Desarrollo Humano impartido por especialistas en el tema, cada tutor diseño sus estrategias de acuerdo a las características y necesidades de los alumnos.

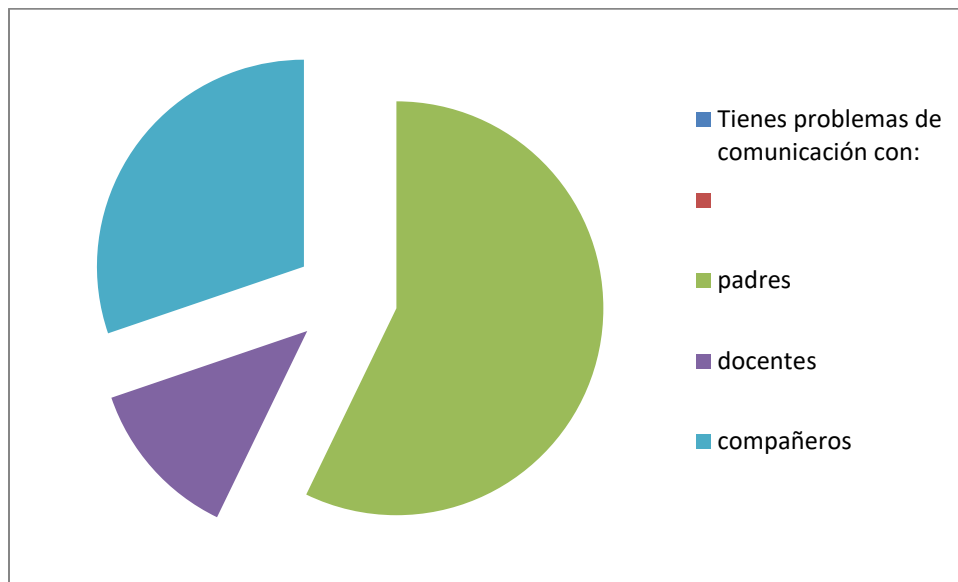
En la aplicación de los cuestionarios los cuales nos dieron información muy valiosa que nos permitió tomarla como punto de referencia para el seguimiento y evaluación del programa, pudimos constatar las respuestas de los alumnos, que eran muy importantes para la institución y para los tutores quienes se preocupan de dar seguimiento a este programa y que puedan coadyuvar a que los alumnos adquieran las habilidades y conocimientos que les permitan tener un desarrollo académico óptimo y a la par una formación integral que es el punto de referencia del Tecnológico Nacional De México.

Del cuestionario aplicado a los alumnos en el semestre agosto diciembre 2018, seleccionamos 5 preguntas que consideramos que dan la pauta para medir el impacto del programa de tutoría.

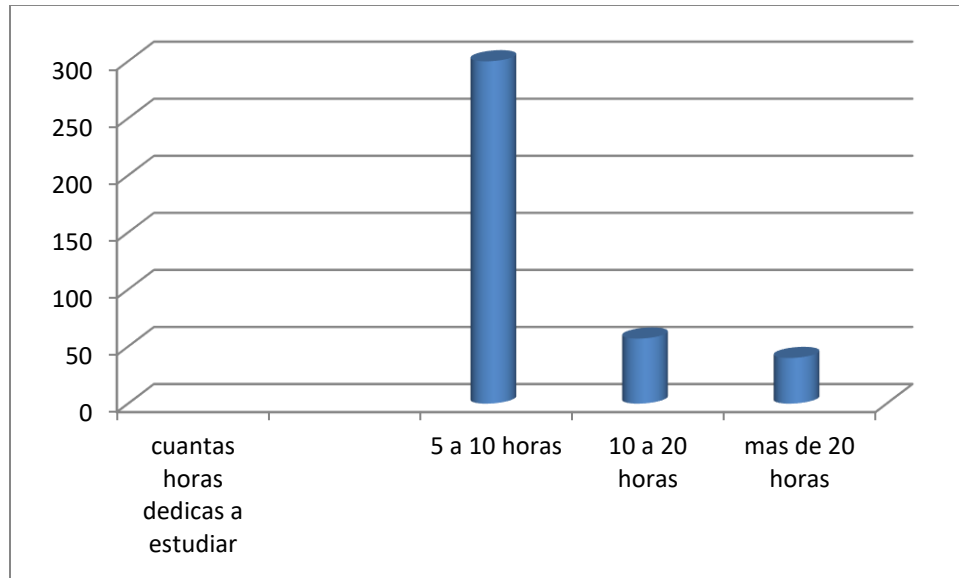
Del total de los tutorados que cursaron el primer semestre respondieron 397 que corresponde al 96.3% encuestados del total de alumnos inscritos en el semestre, de la pregunta sobre los factores que puedan dificultar el desarrollo académico, como se puede analizar en la gráfica 1, se puede observar que los principales elementos que pueden dificultar su desempeño académico, mencionan que los factores económicos, seguido de factores familiares, y al último los escolares contamos con mucha gente que viaja diario ya que Iguala se encuentra en un lugar estratégico.



En la pregunta 2 consideramos abordar lo relativo al área personal que es el desarrollo humano, en relación si tiene la suficiente comunicación con sus padres, maestros u otra persona, manifestando la mayoría que tienen dificultades con sus padres principalmente.

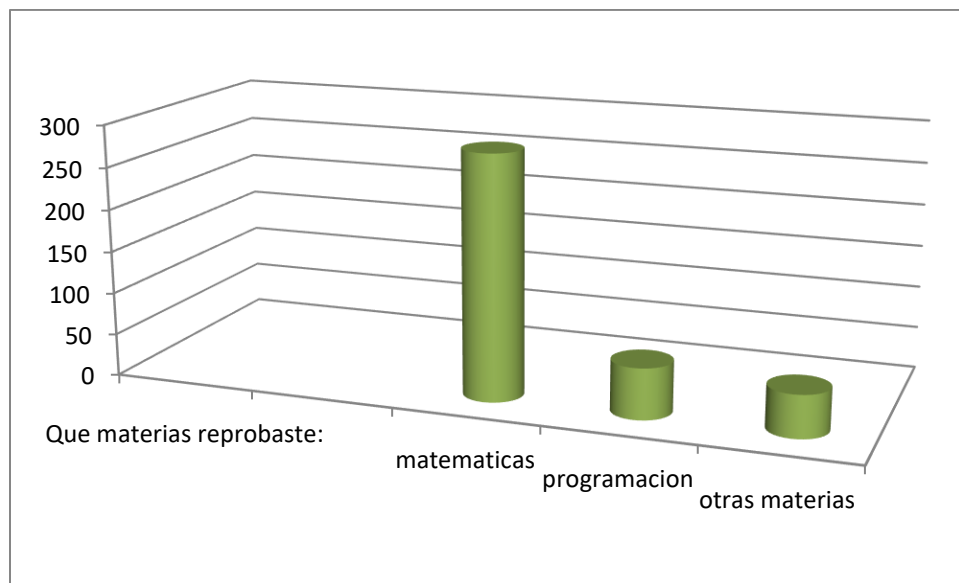


En la pregunta 3 se le pregunto qué cuantas horas dedica a estudiar los temas de sus materias. Manifestando que la mayoría estudia solo 5 horas máximo a la semana



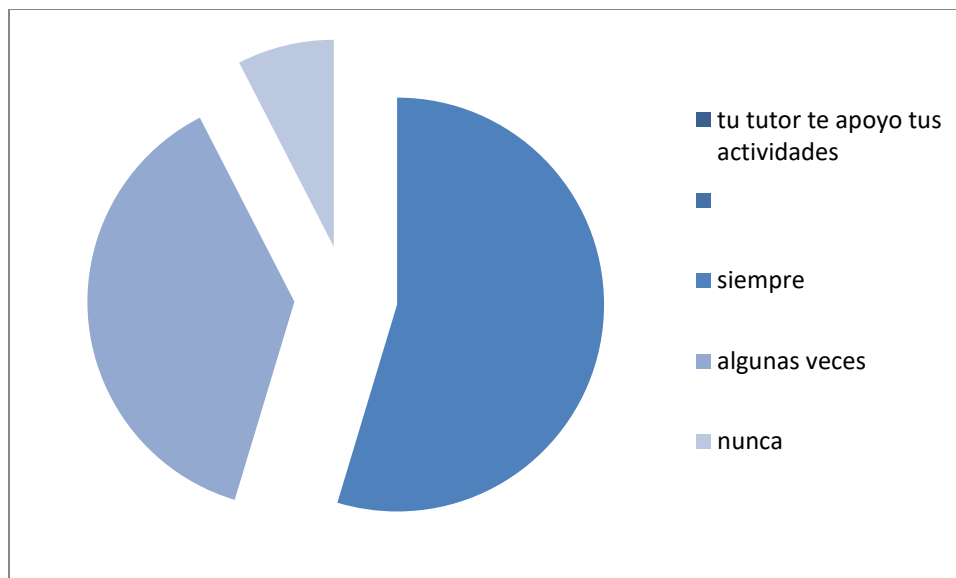
En relación a la pregunta 4 abordamos lo relativo a que materias tienen más índice de reprobación manifestando lo siguiente:

Matemáticas 287, programación 60, otras materias 50 considerando que es importante buscar las estrategias con la academia que preside las materias de matemáticas para que los alumnos puedan no tener dificultades de esta materia.



La última pregunta fue dedicada al programa de tutorías donde se le pregunto que si su tutor fue un apoyo para el en sus actividades

Contestando lo siguiente 217 siempre, algunas veces 150, nunca 30, es importante que se retome y de un seguimiento a cada tutor para que este programa tenga éxito.



### Comentarios Finales

El objetivo de esta investigación fue examinar la importancia y el impacto que tiene el programa de tutorías en los alumnos del Instituto Tecnológico de Iguala. En el proceso de este trabajo, se presentaron muchas facilidades, una de ellas fue que pudimos constatar la aplicación de la encuesta tanto en los alumnos como en los docentes y de ahí tabular y analizar la información.

### Resumen de resultados

Lo importante de esta investigación es que dimos seguimiento a un programa que se necesita aplicar y dar seguimiento cada semestre, por el nos ayudará a que disminuyan los índices de reprobación y deserción en los alumnos principalmente de nuevo ingreso.

### Conclusiones

Es importante un cambio de actitud tanto en docentes como alumnos relativo a una mejor comunicación entre ellos, hábitos de estudio, en los docentes estrategias que coadyuven la asimilación de conocimientos y competencias para que pueda el alumno tener una formación integral, asimismo que el docente sea un facilitador de esos aprendizajes y un guía para sus alumnos.

### Recomendaciones

Programar cursos, talleres que ayuden a resarcir las deficiencias que encuentren tutorados, asimismo capacitar a los tutores para que ayuden a los tutorados

### Referencia

- [1] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2000). La educación superior hacia el Siglo XXI: líneas estratégicas de desarrollo. Una Propuesta de la ANUIES. México.
- [2] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2001). Programas Institucionales de Tutoría. México.
- [3] Arvizu, Félix; Lobato, Clemente; del Castillo, Laura (2005). Algunos modelos de abordaje de la tutoría universitaria Revista de Psicodidáctica, vol. 10, núm. 1, pp. 7-21 Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea Vitoria-Gazteiz,

[4] Cruz Flores, Gabriela de la; Chehaybar y Kury, Edith y Abreu, Luis Felipe (2011). Tutoría en educación superior: una revisión analítica de la literatura. *Rev. educ. sup[online]*. 2011, vol.40, n.157, pp.189-209. ISSN 0185-2760.

[5] Cuadrado Esclapez Carmen, "Protocolo y comunicación en la Empresa y los Negocios", Edit. Fundación Confemetal FC, España, 2008

[6] García, R. I., Cuevas, O., Vales, J. J. y Cruz, I. (2012). Impacto del Programa de Tutoría en el desempeño académico de los alumnos del Instituto Tecnológico de Sonora. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 14(1), 106-121. Consultado en: <http://redie.uabc.mx/vol14no1/contenidogarciaetal.html>

[7] Sánchez López M., Vidal Vázquez, O.L., Solís Rodríguez G., (2016) Impacto del programa de tutorías para fortalecer la formación integral del estudiante en educación superior. año 2, no. 5. Jul Dic 2016. *Revista electrónica ANFEI digital*. [www.anfei.org.mx/revista](http://www.anfei.org.mx/revista).

# ANÁLISIS DE LA SEGREGACIÓN OCUPACIONAL POR GÉNERO EN PUESTOS DE LIDERAZGO DE UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS

Aurelio Fonseca Reyes<sup>1</sup>  
Amalia Clara Torres Márquez<sup>2</sup>  
Mónica Méndez Navarro<sup>3</sup>

**Resumen** –La segregación ocupacional en función del género es un fenómeno que afecta sensiblemente a las mujeres impidiendo que se desarrollen profesionalmente y relegándolas a posiciones inferiores de la estructura organizacional en las empresas. Bajo esta premisa, el presente trabajo tiene por objeto analizar la segregación por género en puestos de liderazgo en una empresa dedicada a la distribución de productos farmacéuticos. Para soportar el trabajo, se exploraron fuentes documentales y resultados de diferentes estudios realizados por organismos como el Instituto Nacional de Estadística y de Geografía (INEGI) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). El resultado de la investigación indica que, en la empresa el 82% de los puestos de liderazgo son ocupados por hombres, mientras que las mujeres solo ocupan el 18%. Por lo anterior, la empresa debe implementar políticas de inclusión que coloquen a un mayor número de mujeres en puestos gerenciales y directivos en la organización.

**Palabras clave:** género, segregación, trabajo, líderes, dirección.

## Introducción

Al revisar resultados de diferentes estudios realizados por organismos nacionales e internacionales, tales como la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (2018), se observa como la mayoría de mujeres se concentran en profesiones que tienen que ver con actividades asociadas a estereotipos femeninos y, por el contrario, mantienen una presencia marginal en profesiones asociadas a lo masculino. Por otra parte, resultados de estudios realizados por la Organización Internacional del Trabajo (2017), hacen notar la poca presencia de mujeres en puestos que tienen que ver con liderazgo o toma de decisiones (solo el 30% de estos puestos son ocupados por mujeres).

Bajo este contexto, en el presente trabajo se muestra un análisis realizado a una empresa dedicada a la distribución de productos farmacéuticos, con presencia en 15 estados de la República Mexicana y con 17 sitios que incluyen: Centros de Distribución, Almacenes (Sucursales) y Oficinas Corporativas, para determinar el impacto que tiene la segregación ocupacional por género en posiciones gerenciales y directivas dentro de la compañía.

## Marco teórico

*¿Qué es la segregación ocupacional por género?*

Existen diferentes acepciones sobre la segregación en función del género, sin embargo, cada una de ellas, aún con sus diferencias son coincidentes en que esta se da cuando se excluyen, tanto a hombres como a mujeres de una actividad ocupacional por considerarse socialmente exclusiva de un género u otro.

Para el Centro de Estudios Económicos Tomillo de España (2009), la segregación por razón de género es una característica del mercado laboral, que se expresa como una relación simétrica de desigualdad en la distribución de hombres y mujeres entre diferentes ocupaciones, o entre diferentes sectores.

La investigadora Flérida Guzmán (2002), define a la segregación ocupacional por sexo como la tendencia a que los hombres y mujeres se empleen en diferentes ocupaciones, separados unos de otros en la estructura ocupacional. Esta separación significa exclusión social de las mujeres, porque se ubican en términos generales, en ocupaciones con menor estatus y condiciones de trabajo desfavorables.

Por otro lado, la socióloga Martha Ibáñez (2017), afirma que la segregación se refiere a la tendencia por la que varones y mujeres están empleados en diferentes ocupaciones.

<sup>1</sup> Aurelio Fonseca Reyes es Tesista de licenciatura de la carrera de Administración Industrial. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: fonsecareyesaurelio@gmail.com.

<sup>2</sup> Amalia Clara Torres Márquez es Profesora de la Academia de Administración. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: clarita\_tm@hotmail.com

<sup>3</sup> Mónica Méndez Navarro es Profesora de la Academia de Administración. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: monica@hotmail.com



### *¿Cuáles son los tipos de segregación ocupacional por género?*

Básicamente se puede clasificar en dos tipos a la segregación ocupacional por razones de género: la horizontal y la vertical.

La Segregación Horizontal se refiere a que las mujeres no tienen las mismas oportunidades que los hombres de acceder a cualquier tipo de ocupación. De esta manera, las mujeres se concentran en un número más reducido de ocupaciones, vinculadas a estereotipos de género. Al igual que sucede con profesiones como la enfermería o la asistencia social, la docencia, pero especialmente en la educación infantil, se asocia a los "cuidados" y al estereotipo de mujeres cuidadoras y hombres mantenedores (Rueda, 2016).

La Segregación Vertical se refiere a que las mujeres no tienen las mismas oportunidades que los hombres a la hora de acceder a puestos con poder decisorio (Rueda, 2016). Esto supone el reparto desigual de hombres y mujeres en la escala jerárquica, concentrándose los empleos femeninos en las escalas inferiores (Género y Economía, 2017).

De las diferentes expresiones de segregación por género en el ámbito laboral, la vertical es la que incide principalmente sobre el principio de la equidad y saca a la luz la escasez de mujeres en ocupaciones en las que se reciben mayores recompensas (económicas, de poder, prestigio y/o condiciones laborales), la segregación horizontal, juega más en el terreno de la elección y el esencialismo de género, pues se supone que es en el proceso de elección de estudios y/o ocupaciones cuando unas y otras se convierten en masculinas y femeninas (Ibáñez & Vicente, 2017).

### *¿Cuáles son las causas de la segregación ocupacional por género?*

Son diferentes las teorías que explican la segregación ocupacional por género. Así pues, encontramos a la teoría Neoclásica del Capital Humano, la teoría de la Segmentación de Mercados y la teoría feminista.

La teoría Neoclásica del Capital Humano hace hincapié en las diferencias sistemáticas en cuanto al capital humano que acumulan los hombres y las mujeres para comprender la segregación ocupacional entre sexos y la menor remuneración de las mujeres. Desde el punto de vista de la oferta, la teoría del capital humano interpreta la segregación ocupacional como consecuencia del menor capital humano femenino. Anticipando una vida laboral más corta y discontinua, las mujeres tienen menos incentivos para invertir en educación orientada al mercado de trabajo y en formación una vez incorporadas al mercado. Desde el punto de vista de la demanda, los factores señalados también influyen en las preferencias de los empresarios a la hora de contratar trabajadores femeninos o masculinos (Maté, Nava, & Rodríguez, s.f.).

La teoría de la Segmentación de los Mercados mantiene que la segregación ocupacional y las diferencias salariales observadas entre distintos grupos de trabajadores (hombres y mujeres, por ejemplo), pueden reflejar aspectos no competitivos del mercado de trabajo. Presuponen que los mercados de trabajo están segmentados de ciertas maneras y que, aunque cada parte del mercado funcione de acuerdo a la lógica de la teoría neoclásica, es difícil para los trabajadores pasar de una a otra (Maté, Nava, & Rodríguez, s.f.).

La teoría Feminista se centra en factores ajenos al mercado de trabajo y en la influencia de comportamientos no económicos para tratar de explicar la división de ocupaciones por sexo. La idea básica de estas teorías es que la situación de desventaja que tienen las mujeres en el mercado de trabajo es un fiel reflejo del lugar subordinado que la sociedad y la familia les asigna. La teoría feminista hace hincapié en que los estereotipos comunes y dominantes en la sociedad sobre las mujeres y sus presuntas habilidades se plasman exactamente en el mercado de trabajo y explican la división en ocupaciones femeninas y masculinas (Maté, Nava, & Rodríguez, s.f.).

### *¿Cuáles son los efectos de la segregación ocupacional por género?*

De acuerdo a Jorge Maté (s.f.), la segregación ocupacional tiene importantes consecuencias como:

- a. Afecta negativamente al funcionamiento de los mercados de trabajo debido a las rigideces que causa en la movilidad entre ocupaciones masculinas y femeninas.
- b. Perjudica de forma importante a las mujeres, pues reduce sus oportunidades y genera diferencias de ingresos con respecto a los hombres.
- c. Menoscaba la condición social y económica de las mujeres, con consecuencias negativas en el ámbito de la educación y de la formación profesional, dado que la polarización del mercado laboral influye en las decisiones sobre los estudios que se van a cursar y en las decisiones sobre el cónyuge que interrumpirá su labor profesional para dedicarse al cuidado de los hijos.

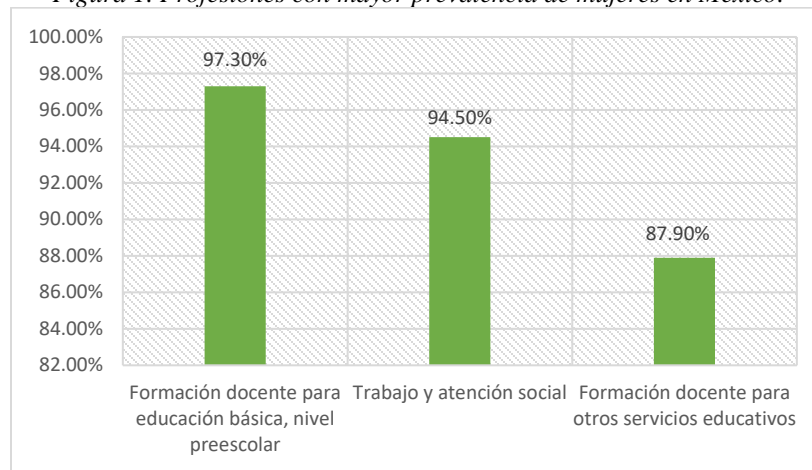
Además, la segregación de las ocupaciones entre los sexos perjudica a las mujeres, porque tiene efectos muy negativos sobre como las ven los hombres y cómo se ven a sí mismas. Esto, a su vez, menoscaba la condición social y económica de la mujer y repercute, por lo tanto, en una larga serie de variables como las tasas de mortalidad y de morbilidad, la pobreza y la desigualdad de ingresos. La persistencia de estereotipos "sociosexuales" entrafía así mismo

consecuencias nocivas en el ámbito de la instrucción y la formación profesional, que perpetúan las desigualdades entre hombres y mujeres de una generación a otra (Anker, 1997).

*¿Cuál es la situación en México y Latinoamérica?*

La segregación de tipo horizontal en México es claramente visible al revisar las profesiones en las que las mujeres tienen mayor presencia, estas son: Educación, Ciencias de la Salud, Ciencias Biológicas, Humanidades y Artes, según datos tomados del Observatorio Laboral (2018). Ver figura 1. Profesiones con mayor prevalencia de mujeres en México.

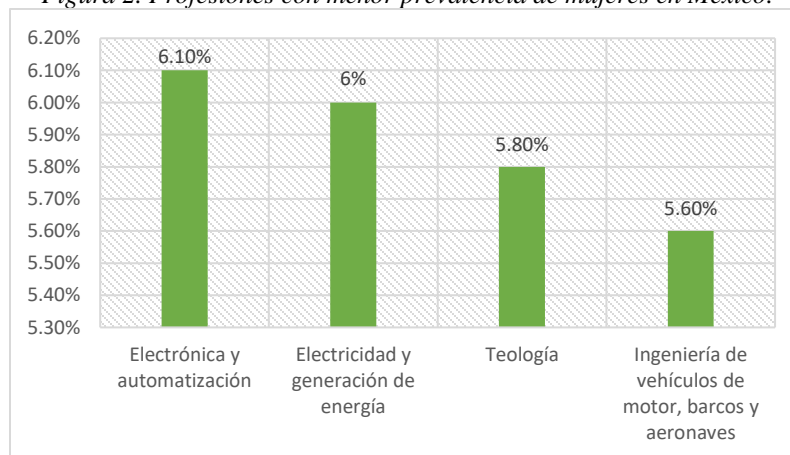
*Figura 1. Profesiones con mayor prevalencia de mujeres en México.*



*Nota: Elaboración propia con datos tomados del Observatorio Laboral (2018). En la gráfica se puede observar la alta prevalencia de mujeres en profesiones asociadas a estereotipos femeninos.*

Mientras que en las profesiones que tienen que ver con áreas de Ingenierías, Arquitectura, Urbanismo y Diseño y en el área de Ciencias Físico Matemáticas, las mujeres tienen menor presencia. Ver figura 2. Profesiones con menor prevalencia de mujeres en México.

*Figura 2. Profesiones con menor prevalencia de mujeres en México.*



*Nota: Elaboración propia con datos tomados del Observatorio Laboral (2018). En la gráfica se puede observar la baja prevalencia de mujeres en profesiones asociadas a estereotipos masculinos.*

En cuanto a la segregación de tipo vertical, que excluye a las mujeres de poder acceder a posiciones de liderazgo en las organizaciones, el informe presentado por Grant Thornton Mujeres directivas: más allá de las políticas para lograr el progreso (2018), indica que a nivel global el 75% de las empresas cuentan con por lo menos una mujer en la alta dirección, y la proporción de cargos sénior ocupados por mujeres apenas alcanza un 24%. En México, un 75% de las empresas informaron que poseen al menos una mujer en la alta dirección, y un 34% cargos sénior ocupados

por mujeres. Por otra parte, el informe “La mujer en la Gestión Empresarial: Cobrando Impulso en América Latina y el Caribe” presentado por la Oficina de Actividades para los Empleadores de la Organización Internacional del Trabajo (2017), revela que, en los países de la región, en promedio, el 30% de los puestos gerenciales son ocupados por mujeres, y en 19 países la proporción es de 40 % o más. En el mismo informe, se considera que el tener mujeres en una proporción del 30% en puestos directivos incide positivamente en una empresa. Sin embargo, el estudio realizado por la OIT develó que más de la mitad de las empresas no había logrado ese nivel de prevalencia en puestos directivos. Solo el 56% de las empresas tenían mujeres en puestos de ese nivel, aunque no por arriba del 30%, en comparación con el 71% del resto del mundo (OIT, 2017).

En 1259 empresas analizadas en América Latina y el Caribe, sólo el 4.2 % de los puestos de director ejecutivo o CEO son ocupados por mujeres y más de la mitad de los directorios empresariales están formados únicamente por hombres. Las mujeres ocupan sólo 8.5% de los puestos en estas juntas directivas. Otro dato contundente que evidencia la segregación vertical y su efecto en puestos de liderazgo, es que, según el informe, solo el 7% de las empresas logró el equilibrio de género en el máximo nivel directivo (OIT, 2017).

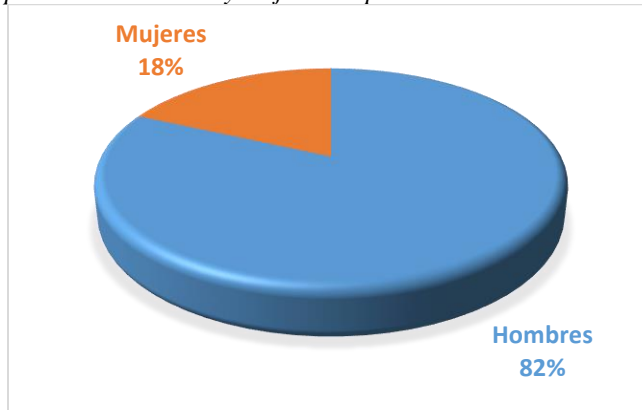
### Metodología

Para realizar este trabajo se utilizó una metodología de tipo cualitativa, en la que se analizaron fuentes de información primaria, proporcionada por la misma empresa. Los estratos jerárquicos que específicamente fueron revisados van desde Gerentes hasta Ejecutivos en la Alta Dirección (Directores, Directores Corporativos y Miembros del Comité Ejecutivo), distribuidos en 17 sitios ubicados en 15 estados de la República mexicana en los que tiene presencia la Compañía. Con base en la información proporcionada, se identificaron 77 posiciones en estos niveles, de las que se analizó la proporción por género y tipo de puesto, para determinar cómo se presenta el fenómeno de la segregación ocupacional por género en la compañía específicamente en puestos que representan liderazgo y toma de decisiones.

### Resultados

De manera general, se observa que solo el 18% de los puestos considerados como de liderazgo dentro de la compañía están ocupados por mujeres. Ver figura 3. Proporción de hombres y mujeres en puestos considerados como de liderazgo.

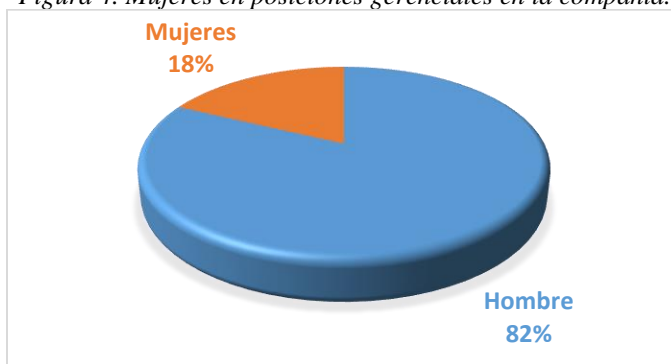
Figura 3. Proporción de hombres y mujeres en puestos considerados como de liderazgo.



Nota: En la gráfica se puede observar la baja participación de mujeres en las posiciones consideradas como de liderazgo en la compañía (14 mujeres equivalente al 18%).

En cuanto a la prevalencia de mujeres en posiciones gerenciales (sénior), se obtiene un resultado consistente con lo que se observó en lo general. Ver figura 4. Mujeres en posiciones gerenciales en la compañía.

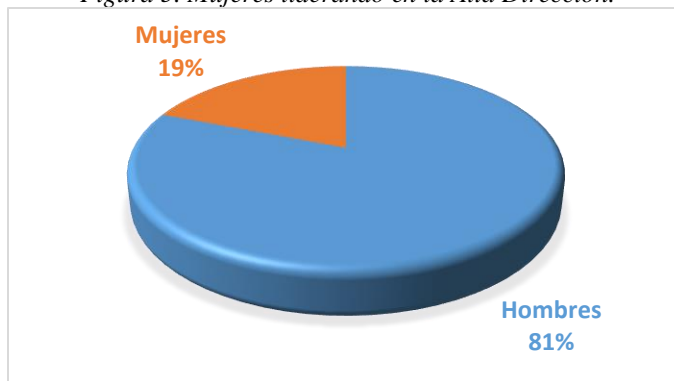
Figura 4. Mujeres en posiciones gerenciales en la compañía.



Nota: En la gráfica se puede observar como de un total de 56 posiciones, apenas 10 mujeres (equivalentes al 18%), ocupan posiciones gerenciales en la empresa.

En cuanto a posiciones consideradas en la Alta Dirección (Directores, Directores Corporativos y Miembros del Comité Ejecutivo), solo el 19% de las Direcciones es liderada por mujeres. Ver figura 5. Mujeres liderando en la Alta Dirección.

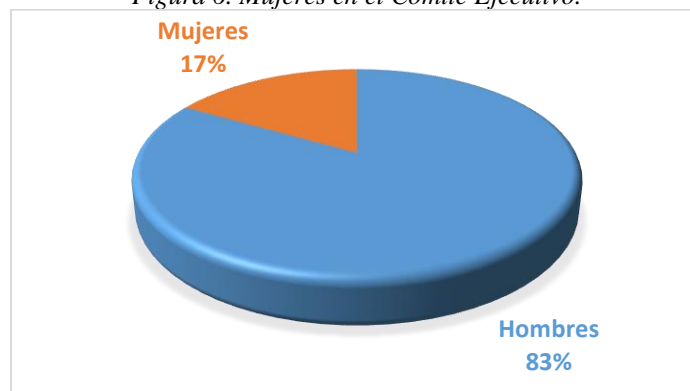
Figura 5. Mujeres liderando en la Alta Dirección.



Nota: En la gráfica se puede observar como de un total de 21 posiciones de la Alta Dirección de la Compañía, solo 4 mujeres (equivalentes al 19%), encabezan algunas de ellas.

En cuanto a posiciones consideradas como de Director Ejecutivo o CEO, sólo una mujer es integrante del Comité Ejecutivo de la Compañía. Ver figura 6. Mujeres en el Comité Ejecutivo.

Figura 6. Mujeres en el Comité Ejecutivo.



Nota: En la gráfica se puede observar la baja presencia de mujeres en el Comité Ejecutivo de la empresa, solo una que representa el 17%.

### Conclusiones y comentarios finales

Tras el análisis de la información proporcionada por la empresa se puede concluir que:

- En cuanto a puestos gerenciales, la empresa se encuentra 12 puntos porcentuales por debajo del promedio de prevalencia de mujeres en la región (30%).
- En cuanto a puestos Directivos, la empresa se encuentra 11 puntos porcentuales por debajo de lo que la OIT considera que puede incidir positivamente en una empresa (30%).
- En cuanto a puestos de Director Ejecutivo o CEO, las mujeres en la compañía ocupan una proporción del 17%, casi 13 puntos porcentuales por arriba de la prevalencia de mujeres en la región (4.2 %).

Por lo anterior, podemos inferir que, en lo general la segregación ocupacional en posiciones consideradas como de liderazgo de la empresa analizada es mucho más marcada en posiciones gerenciales y directivas, en contraste con países de la región (América Latina y el Caribe), no así para Directores Ejecutivos, donde la compañía está por encima de la tendencia en la región.

Para avanzar y disminuir el desequilibrio que actualmente se vive en la Compañía, en cuanto a mujeres en posiciones de liderazgo, es recomendable que la empresa adquiera como uno de sus valores principales la igualdad e inclusión, además de establecer políticas encaminadas a promover la contratación de mujeres calificadas para posiciones de toma de decisiones. Así mismos, se sugiere trabajar en la medida de lo posible, en construir una cultura incluyente.

### Referencias

- Anker, R. (1997). La segregación profesional entre hombres y mujeres. Repaso de las teorías. *Revista Internacional del Trabajo*, 343-370.
- Centro de Estudios Económicos Tomillo, S.L. (2009). *Estudio de la segregación por razón de género en el mercado laboral de la Región de Murcia*. Murcia: Cordisur.
- Género y Economía. (2017). *La segregación laboral por razón de género*. Obtenido de <https://generoyeconomia.wordpress.com/author/fatimamgblog/>
- Grant Thornton. (2018). *Mujeres directivas: más allá de las políticas para lograr el progreso*.
- Guzmán, F. (2002). *Segregación ocupacional por género. Cambios y persistencias*. Obtenido de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/dms/article/view/6786/6306>
- Ibáñez, M., & Vicente, M. (2017). Concepto, medidas y evolución de la segregación laboral. En M. Ibáñez, E. Ballesteros, A. Fernandez, M. Maida, C. Narocki, V. Narocki, . . . M. Vicente, *Mujeres en mundo de hombres. La segregación ocupacional a través del estudio de casos* (págs. 15-33). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- INEGI. (2019). *Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Cifras durante el cuarto trimestre del 2018*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=4811>
- Maté, J., Nava, L., & Rodríguez, J. (s.f.). *La segregación ocupacional por razones de género en Castilla y León*. Obtenido de [http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos\\_ecoreg/CERCL/322.PDF](http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos_ecoreg/CERCL/322.PDF)
- Observatorio Laboral. (2018). *Tendencias del Empleo Profesional*. Obtenido de [https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias\\_empleo.html](https://www.observatoriolaboral.gob.mx/static/estudios-publicaciones/Tendencias_empleo.html)
- OIT. (2017). *La mujer en la gestión empresarial: Cobrando impulso en América Latina y el Caribe*.
- OIT. (2017). *Más mujeres en la gerencia de empresas, pero persisten rezagos en la alta dirección*. Obtenido de [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_554726/lang-es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_554726/lang-es/index.htm)
- Rueda, S. (2016). *Segregación de género en la docencia y crisis económica*. Obtenido de [https://www.educaweb.com/noticia/2016/10/13/segregacion-genero-docencia-crisis-10568/#\\_ftn1](https://www.educaweb.com/noticia/2016/10/13/segregacion-genero-docencia-crisis-10568/#_ftn1)



# ESTUDIO ERGONÓMICO DE PUESTOS ADMINISTRATIVOS DE LA UTFV

Ing. Armando Franco Gómez<sup>1</sup>, Dr. Alfredo Ricardo Pérez Fernández<sup>2</sup>, Dra. Perla Rodríguez Salinas<sup>3</sup>.

**Resumen---** Las actividades administrativa implican prolongados periodos de tiempo en una sola postura lo que genera trastornos musculo esqueléticos. Se realizó una primera aproximación cuantitativa que consideraba la percepción de los empleados respecto a estos problemas. Una vez analizados los datos se aplicó una metodología de evaluación de las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores durante su jornada laboral considerando aspectos del empleo, ambiente de trabajo, situación y tareas desarrolladas. Por lo cual se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para la comparación entre los diferentes grupos. Los resultados obtenidos permiten establecer que las dolencias presentadas no se pueden adjudicar a la postura ya que por los resultados de la evaluación nos permiten definir que no existe relación se puede inferir si existe una relación entre carga postural y actividades.

**Palabras clave---** Ergonomía, Trastornos musculoesqueléticos, Método RULA, Cuestionario Nórdico.

## Introducción

### Ergonomía

La ergonomía es una disciplina científica, que también despliega acciones aplicadas y prácticas, produjo desde mediados del siglo XIX y ahora en el siglo XXI conocimientos relativos al hombre en situación de trabajo, los cuales se han ido diversificando a medida que el cambio tecnológico ha transformado la forma de trabajar de los individuos y de las sociedades. En respuesta a estas modificaciones, los métodos han cambiado pasando de la observación de experto asistida por lista de chequeo, muy popular en el siglo XX, ha métodos y herramientas centrados en la comprensión del rol de la cognición en los nuevos escenarios del trabajo. (Castillo M., J. 2018).

### Bienestar y Salud en la Oficina

Permanecer ocho horas diarias sentado frente a una mesa puede perjudicar nuestra salud ya que son muchos los problemas que surgen a causa del excesivo sedentarismo y las malas posturas. El sedentarismo ocasiona numerosas disfunciones musculares y articulares que se ven agravadas por la mala postura que se adopta durante las horas que se permanece en el puesto de trabajo en la oficina. Cerca del 50% de las personas que desarrollan su actividad laboral en una oficina declara trabajar en posturas dolorosas o que provocan fatiga. (Castilla y León, 2008)

Los trastornos musculo-esqueléticos de origen laboral son un conjunto de lesiones inflamatorias y/o degenerativas de músculos, tendones, nervios, articulaciones, y tejidos en general, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que se este se desarrolla. La mayor parte de los trastornos músculo-esqueléticos son trastornos acumulativos resultantes de una exposición repetida a cargas más o menos pesadas durante un período de tiempo prolongado (Castilla y León, 2008)

En México el 14.8% de las enfermedades de trabajo reportadas en el año 2017 se deben a dorsopatias, siendo la principal enfermedad de trabajo reportada, otras enfermedades relacionadas con la mala postura como lo son, Tenosinovitis de Estiloides Radial de (Quervain), Otras Sinovitis, Tenosinovitis ,Bursitis y Artrosis en conjunto representan el 7 % de las enfermedades reportadas en ese mismo año, mientras que el Síndrome del túnel Carpiano representa el 5.2% por lo que se puede considerar que el 26.2 % de las enfermedades de trabajo totales reportadas por el IMSS en 2017 se generan por situaciones atribuibles a malas posturas, otro dato a resaltar es el número de

---

<sup>1</sup> Armando Franco Gómez docente de Tecnología Ambiental en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez en Nicolás Romero, México. [francoarm8@gmail.com](mailto:francoarm8@gmail.com)

<sup>2</sup> Alfredo Ricardo Pérez Fernández es Gerente de Planta de la empresa Biosistemas Sustentables, S.A.P.I. de C.V. y docente de Tecnología Ambiental en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez en Nicolás Romero, México. [utfv.ambiental@gmail.com](mailto:utfv.ambiental@gmail.com)

<sup>3</sup> Perla Rodríguez Salinas es docente de Tecnología Ambiental en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez en Nicolás Romero, México. [perla.rodriguez@yahoo.com](mailto:perla.rodriguez@yahoo.com)

enfermedades de trabajo reportadas por el IMSS en 2017 para el giro Servicios de administración pública y seguridad social es del 5.5% ubicándose en 3er lugar a nivel nacional. (IMSS 2018).

En el caso de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV) aún no se han reportado casos relacionados con lesiones musculoesqueléticas pero considerando la antigüedad de la institución, la de los trabajadores que ella laboran y el tipo de actividades donde se mantiene una postura durante mucho tiempo en la jornada laboral. Con este estudio se pretende identificar la relación entre dolencias musculoesqueléticas y la postura a partir de la aplicación del cuestionario nórdico usando el software Minitab 17, para realizar un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por Tukey.

El que se pueda identificar si existe la relación entre las dolencias musculoesqueléticas y los años de servicio dentro de la universidad nos permitirá realizar acciones que permitan prevenir las dolencias a través de corregir postura, adaptar muebles, cambiar posiciones de equipos y programación de pausas activas en los trabajadores y de esta manera mejorar la calidad de vida del trabajador y evitar costos a la institución asociado al pago de indemnización por enfermedades de trabajo relacionadas a factores ergonómicos particularmente el mantener una sola postura por mucho tiempo.

### **Principales zonas del cuerpo afectadas por malas posturas en trabajo en computadora**

#### Región cervical y nuca

A nivel de la región cervical y nuca, los dolores vienen condicionados por los continuos movimientos de la cabeza del operador, y por la existencia de distancias distintas (documentos, pantalla, teclado, uso indebido del teléfono). (Mondelo P, Gregori E, de Pedro O, Gómez M)

#### Región lumbar

A nivel lumbar, los trastornos son generados por una mala postura entre el trabajador y el puesto. Los operadores de computadoras se ven obligados a mantener su columna vertical erguida y recta, haciendo desaparecer las curvas fisiológicas, lo que se consigue a través de una contracción isométrica de los músculos dorsales. (Mondelo P, Gregori E, de Pedro O, Gómez M)

Muchas personas sufren a partir de la edad media de la vida lesiones degenerativas a nivel de la columna vertebral en mayor o menor grado (artrosis), lo que hace que se produzca una agravación de esta patología muy común. Ya solo por el hecho de permanecer sentados, se someten a una mayor presión los discos intervertebrales. (Mondelo P, Gregori E, de Pedro O, Gómez M)

#### Hombro, codo y muñeca

La articulación de la muñeca es la más solicitada en las tareas donde se emplean computadoras. Es relativamente frecuente el síndrome del túnel carpiano, la tenositis de Quervain (la "enfermedad de las secretarías") y los higromas de las bolsas sinoviales de los tendones de la mano, en los trabajadores de mecanografía.

Los síntomas músculo-esqueléticos se incrementan estadísticamente en el caso de: mujeres, trabajadores de entrada de datos, alta duración del trabajo, uso de lentes bifocales e inactividad física. (Mondelo P, Gregori E, de Pedro O, Gómez M)

De acuerdo con Rodríguez Ruiz (2014), el procedimiento de intervención ergonómica cuenta con cinco pasos los cuales son:

1. Identificar problemas en el puesto de trabajo: Se deben determinar los factores de riesgo existentes en el puesto de trabajo a partir de signos y señales que inciden de forma negativa en el comportamiento del trabajador y de la producción.
2. Evaluación ergonómica de puestos de trabajo: Es conveniente priorizar las áreas de mayor riesgo, más aún cuando los recursos y tiempo son limitados. Pueden ser empleadas listas de chequeo, herramientas/métodos

de evaluación ergonómica, se pueden crear grupos participativos de evaluación de riesgos, entre otras acciones. Como resultado de la evaluación ergonómica se determina si existe riesgo en el puesto de trabajo, y de existir, se realizan propuestas para mejorar esta situación

3. Propuestas de intervención ergonómica: El propósito de este paso es minimizar o eliminar la exposición a factores de riesgo, las intervenciones ergonómicas se clasifican en tres grupos: las ingenieriles, dirigidas a disminuir la exposición de riesgos físicos; las administrativas, centradas en cambiar la forma en que está organizado y diseñado el trabajo y las de comportamiento (o personal), enfocadas en el comportamiento y las capacidades del trabajador.
4. Evaluación de las propuestas: Para ello es necesario medir el impacto que tiene cada propuesta de mejora realizada sobre el puesto de trabajo y el sistema productivo o de servicio. Debe analizarse si la propuesta resuelve el problema parcial o completamente, si la organización es capaz de asumir la implementación y si la relación costo/beneficio es favorable. Indicadores de salud, económicos y productivos son usualmente empleados en la justificación de las propuestas y comparación entre estas.
5. Implementación y seguimiento: Su objetivo es inspeccionar que las propuestas han sido implementadas tal cual se concibieron y comprobar su efectividad. (Rodríguez Ruíz 2014)

### Cuestionario Nórdico

Es un cuestionario estandarizado para la detección y análisis de síntomas musculoesquelético, aplicable en el contexto de estudios ergonómicos con el fin de detectar la existencia de síntomas iniciales, que todavía no han constituido enfermedad. Las preguntas se concentran en la mayoría de los síntomas que con frecuencia se detectan en diferentes actividades económicas, Su valor radica en que nos da información que permite estimar el nivel de riesgos de manera proactiva y nos permite una actuación precoz. Las preguntas son de elección múltiple y puede ser aplicado en una de dos formas. Una es en forma auto administrado, es decir, es contestado por la propia persona encuestada por sí sola, sin la presencia de un encuestador. La otra forma es ser aplicado por un encuestador, como parte de una entrevista. (Martínez, M. A 2017)

Este cuestionario indaga sobre las molestias musculoesqueléticas en 9 regiones corporales. Incluye preguntas acerca de las molestias en los últimos 12 meses y 7 días, los cambios de puesto de trabajo, la interferencia en las actividades laborales, tratamiento recibido por estas molestias en los últimos 12 meses y la intensidad del dolor en los últimos 7 días. Se ha reportado un coeficiente de correlación intraclase de 0.99 (Ministerio de la Protección Social, 2009).

### Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Es un método desarrollado para evaluar la exposición de personas a posturas, fuerzas y actividad muscular, que como es conocido contribuyen a la aparición de desórdenes músculo-esqueléticos de extremidad superior. En el RULA, se observan y puntúan las posiciones de los segmentos corporales, incrementándose la puntuación a medida que las posturas están más desviadas de la posición natural. Las puntuaciones son primero calculadas por separado para el brazo, antebrazo y muñecas (grupo A); y el tronco, cuello y piernas (grupo B). Éstas son combinadas para obtener la puntuación final de la postura. Puntos adicionales son otorgados a las posturas de acuerdo a las fuerzas o cargas manipuladas y a la ocurrencia de actividad muscular estática o repetitiva. Posteriormente estas puntuaciones son combinadas en tablas para expresar el riesgo en cuatro niveles con sus correspondientes acciones recomendadas. (McAtamney, L. Corlett). Éstas son las siguientes:

Si la puntuación final es 1 ó 2	La postura es aceptable si no es mantenida o repetida por largos períodos de tiempo.
Si la puntuación final es 3 ó 4	Es necesario una investigación adicional y cambios pueden ser requeridos.
Si la puntuación final es 5 ó 6	Es necesario una investigación y cambios son requeridos pronto.
Si la puntuación final es 7	Es necesario una investigación y cambios son requeridos inmediatamente.

**Cuadro 1 puntuaciones e interpretación del método RULA**

Este método de evaluación es ampliamente utilizado y aceptado porque permite la evaluación sin equipo especial por basarse en la observación personal, es sencillo y no interfiere con la actividad normal del trabajador.

La relación de cada parte del cuerpo de RULA y las puntuaciones individuales para el desarrollo del dolor o malestar es estadísticamente significativo para el cuello y la parte inferior del brazo puntajes ( $P < 0.01$ ) y no significativos para el tronco, puntuaciones de la parte superior del brazo o la muñeca (McAtamney L, Nigel).

## Descripción del método

### Selección del grupo a estudiar

En la universidad tecnológica Fidel Velázquez existen 120 trabajadores principalmente mujeres en áreas académicas y administrativas que realizan actividades relacionadas con el trabajo administrativo mismo que tiene actividades como lo son el control escolar, control de documentos, elaboración de documentos etc., para realizar este estudio se tomó un grupo de trabajadores que representaran a las distintas áreas y realizarán las distintas actividades mencionadas a 34 de ellos se aplicó el cuestionario Nórdico el cual fue modificado para obtener los datos de antigüedad y edad de los trabajadores de la institución, el promedio de edad de los participantes en el estudio es de 35.18 años y en tienen en promedio 8.86 años de antigüedad en la universidad que realizan actividades administrativas dentro de la institución en las diferentes áreas como son: biblioteca, divisiones académicas, vinculación y rectoría.

Una vez aplicado el cuestionario nórdico y haber cuantificado los resultados que nos arrojó se realizó estudio estadístico utilizando el software Minitab 17, para lo cual se dividió en estratos de años de servicio esto para verificar la correlación existente entre las variables antigüedad en el puesto vs puntuación del cuestionario nórdico.

### Aplicación del método RULA

Después del análisis estadístico a los resultados del cuestionario nórdico se seleccionó a un total de 9 personas las cuales fueron 4 personas con una puntuación alta en el cuestionario nórdico, lo cual significa que ellos perciben mayor número de afecciones en músculos esqueléticos y 5 fueron con una puntuación baja, es decir menor cantidad de afecciones, para la aplicación del método RULA.

La razón por la cual no sólo se tomaron trabajadores con puntuación alta es debido a que los trabajadores de puntuación baja nos servirán como punto de comparación, al ver la postura que este adopta se podrá identificar con mayor facilidad el por qué la persona con mayor puntuación presenta problemas en las diferentes partes del cuerpo.

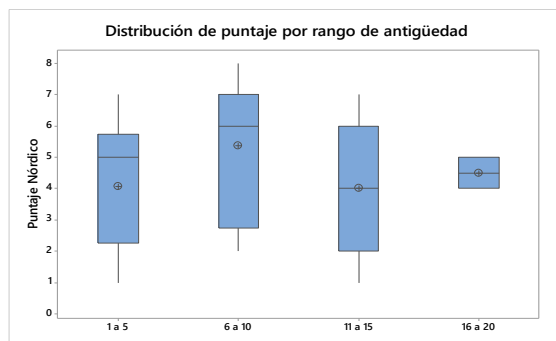
El proceso que se utilizó para la evaluación del método RULA fue el siguiente:

1. Se realizó una videograbación de aproximadamente una hora
2. Se analizó el video para identificar la postura que se repetía con mayor frecuencia,
3. Se evaluó la postura más repetida identificada en el video
4. Con la puntuación obtenida se determinó el nivel de acción para cada uno de ellos

### Comentarios finales:

Dentro de los resultados de la evaluación hecha a través del cuestionario nórdico y el método RULA no se ve diferencia estadística significativa esto se puede deber a que las actividades realizadas por el personal administrativo no es demandante en cuanto a mantener una postura por mucho tiempo, además de que una de las limitantes que tiene el cuestionario nórdico es el hecho que la evaluación lo hace el propio personal con base a su percepción y considerando que el umbral del dolor y molestia es diferente para cada persona no se evalúan de la misma manera

## Resumen de resultados

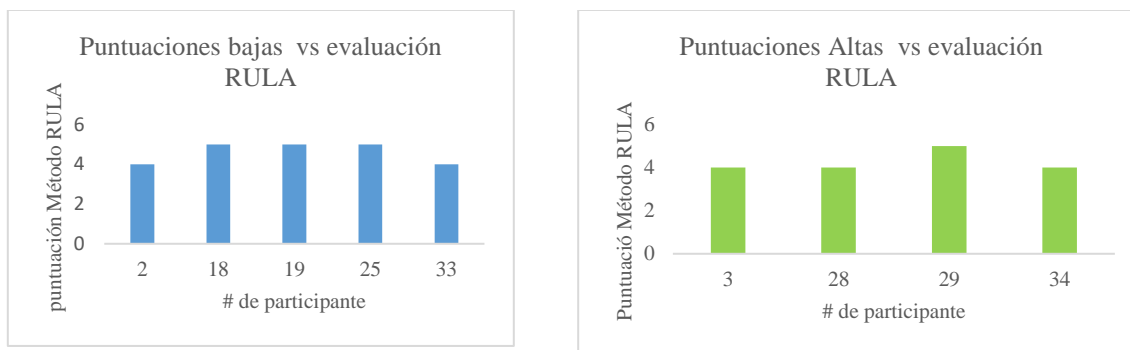


**Figura 1 Comparaciones de resultados por estrato de años de servicio**

Como se puede observar el grafico no se observa una diferencia estadística significativa en los resultados una vez que se han separado por estratos de antigüedad en el puesto de trabajo, esto implica que el tiempo que se lleva laborando en actividades administrativas no representa una diferencia en cuanto a la puntuación del cuestionario nórdico, por lo cual las dolencias que presentan los entrevistados se deban a otros factores.

## Resultados Método RULA

En la figura 2, se muestra el puntaje obtenidos por los trabajadores para las diferentes partes del cuerpo evaluadas por el método RULA, a partir de dicha medición se requieren niveles de acción del orden de 1 y 2 conforme a lo plasmado en el cuadro 1.



**Figura 2 Evaluación método Rula**

Como se puede observar en las gráficas de resultados de la aplicación del método RULA no hay una diferencia en cuanto a los resultados entre las personas que tienen obtuvieron puntuaciones altas en el cuestionario nórdico y aquellas que tienen puntuaciones bajas por lo que se puede asumir que no existe una relación entre los dolores musculares que se reportan en el cuestionario nórdico con respecto a la postura que se mantiene en la jornada laboral.

## Conclusiones:

Con base a los resultados obtenidos por la aplicación del cuestionario nórdico y la percepción de las dolencias musculoesqueléticas en las trabajadoras se puede concluir después de realizar el análisis estadístico que no existe una relación entre estas variables ya que estadísticamente se comportan de la misma manera tanto para aquellos que tienen poco tiempo realizando trabajos administrativos como en aquellas que ya llevan más tiempo realizando estas actividades, además de después de realizar el estudio de postura utilizando el método RULA los resultados entre personas que reportan puntuaciones altas en el cuestionario nórdico y los que tienen baja puntuación en ese

instrumento los resultados no tienen una diferencia significativa por lo que sí existe una mala postura esta no se mantienen lo suficiente a lo largo de la jornada de trabajo para que generen dolencias relacionadas a la postura.

### **Recomendaciones:**

El siguiente paso para continuar con este estudio será la aplicación de otro método de evaluación ergonómica más centrado en el trabajo de oficina ya que el método utilizado deja de lado algunas actividades del trabajo en oficina, que si pudieran generar dolencias musculoesqueléticas, además de que debemos ampliar la muestra para comprobar y validar los resultados obtenidos con este primer acercamiento al estudio ergonómico del trabajo administrativo en oficina en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, además hay que considerar que la legislación mexicana recientemente ya está desarrollando normas que incluyen la evaluación de los riesgos ergonómicos en los centros de trabajo.

### **Referencias**

Castillo M., J. (2018). Crisis y oportunidades: El futuro del trabajo y de la ergonomía. Revista Ciencias de la Salud, 16 , 4-7

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_452.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_452.pdf)

Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl Ergon.

Martinez, M. A. Validación del Cuestionario Nórdico Estandarizado de Síntomas Musculo esqueléticos para La población trabajadora Chilena, adicionando una escala de dolor. Revista de salud pública XXI (2017).

MCATAMNEY, L. and CORLETT, E. N. "RULA: a Survey method for the investigation of work-related upper limb disorders". Applied Ergonomics. Vol. 24(No. 2): 91-99, 1993.

McAtamney L, Nigel CE. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Appl Ergon. 1993; 24(2): 91-99.

Ministerio de la Protección Social. Fondo de Riesgos Profesionales Plan Nacional de Salud Ocupacional 2008-2012. 2ª ed. Bogotá, D.C.; 2009.

Mondelo P, Gregori E, de Pedro O, Gómez M. Ergonomía 4: El trabajo en oficinas. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña; 2001.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). Seguridad y Salud del Trabajo. Editorial Mc Graw Hill. Segunda Edición. México D. F. (2006).

Rodríguez-Ruíz I Y Guevara-Velasco C. Empleo de los métodos ERIN y RULA en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo, Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936/Vol. XXXII/No. 1/enero-abril/2011/p. 19-27

Rodríguez Ruíz Y, Pérez Mergarejo E. Procedimiento ergonómico para la prevención de enfermedades en el contexto ocupacional. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2014

Villena Pazos M, Apolinario Méndez R, Riesgos ergonómicos en el personal de enfermería que labora en el área de uci del hospital universitario, Universidad De Guayaquil Facultad De Ciencias Médicas escuela De Enfermería 2014.



# Protección Penal del Medio Ambiente por Gases de Efecto Invernadero en México y España

Cristian Gerardo Freyre Flores,<sup>1</sup> Diana González Cecilio,<sup>2</sup>  
Mónica Májela de Jesús Sánchez y<sup>3</sup> David Enrique Bustamante Toscano.<sup>4</sup>

**Resumen-** En la actualidad la preocupación por el cambio climático se vuelve más relevante que lleva a los gobiernos a tomar medidas para corregir este fenómeno, una de ellas es la represión de conductas del ser humano que afectan de manera significativa la atmósfera, campo de actuación del Derecho Penal como la última ratio, por omisión a las políticas administrativas. Es así que en este artículo se hace un estudio comparativo de forma general entre México y España enfocado a sus leyes penales, la trascendencia de sus instituciones y algunos razonamientos utilizados para la determinación de la responsabilidad penal en los delitos cometidos por emisión de gases de efecto invernadero, donde se contrasta el rezago de México por la vaguedad, inaplicación y dispersión de sus normas en las distintas materias.

**Palabras clave.-** Derecho, Contaminación Atmosférica, Delito, México, España.

## Introducción.

El derecho a un medio ambiente sano se encuentra reconocido a nivel internacional en el Artículo 11 del Protocolo de San Salvador de 1988, un Protocolo Adicional a la Convención Americana de Derechos Humanos, asimismo los Estados partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente.

En lo referente a México se reconoce tal derecho en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el artículo 4 párrafo 5, el cual menciona:

### Artículo 4

Toda persona tiene **derecho a un medio ambiente sano** para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El **daño y deterioro** ambiental generará **responsabilidad** para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.<sup>5</sup>

En España esta reconocido en su Constitución en el artículo 45, el cual a la letra dice:

### Artículo 45.

1. Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.
2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.
3. Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije se establecerán **sanciones penales o, en su caso, administrativas**, así como la obligación de reparar el daño causado.<sup>6</sup>

El derecho ambiental tiene diferentes enfoques. Desde el ámbito administrativo tiene una política de prevención y en el ámbito penal una de represión. En ambas ramas del derecho existen sanciones a conductas violatorias de la ley, mientras que el derecho administrativo si bien es una vía que sanciona, no deja de lado la acción que vincula penalmente a los responsables.

<sup>1</sup> Cristian Gerardo Freyre Flores es estudiante de la Licenciatura en Derecho en la Universidad Autónoma del Estado de México UAEMex Centro Universitario UAEM Atlacomulco [freymotorsco@outlook.com](mailto:freymotorsco@outlook.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Diana González Cecilio es estudiante de la Licenciatura en Derecho en la Universidad Autónoma del Estado de México UAEMex, Centro Universitario UAEM Atlacomulco. [diana.gnzlzc@gmail.com](mailto:diana.gnzlzc@gmail.com)

<sup>3</sup> Mónica Májela De Jesús Sánchez es estudiante de la Licenciatura en Derecho en la Universidad Autónoma del Estado de México UAEMex Centro universitario UAEM Atlacomulco [monicateam444@gmail.com](mailto:monicateam444@gmail.com)

<sup>4</sup> David Enrique Bustamante Toscano es estudiante de la Licenciatura en Derecho en la Universidad Autónoma del Estado de México UAEMex Centro Universitario UAEM Atlacomulco [davicho\\_chivadecorazon01@hotmail.com](mailto:davicho_chivadecorazon01@hotmail.com)

<sup>5</sup> *Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos*. (05 de Febrero de 1917). Recuperado el 21 de Febrero de 2019, de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>

<sup>6</sup> *Constitución Española*. (27 de Diciembre de 1978). Recuperado el 21 de Febrero de 2019, de: <https://www.boe.es/legislacion/documentos/ConstitucionCASTELLANO.pdf>

Por lo anterior, este trabajo se centrará en el análisis general de los elementos sustantivos de los sistemas mexicano y español contrastando las diferencias de las disposiciones penales que se tienen en un fenómeno en común, con la finalidad de analizar la descripción penal, así como su relación con disposiciones administrativas en materia de emisión de gases de efecto invernadero, en su función de protección al ambiente.

### ***Definición de contaminación atmosférica.***

Según el Diccionario del Español Jurídico de la Real Academia Española, la Contaminación Atmosférica se refiere a la presencia en la atmosfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la salud de las personas, el medioambiente o demás bienes de cualquier naturaleza.<sup>7</sup> Por lo cual tomaremos este concepto como referencia para desarrollar el trabajo. Dentro de lo que menciona la definición se hace referencia a los gases de efecto invernadero, estando la atmosfera compuesta de gas, pero que se ve vulnerada por este tipo de gases que la contaminan y crean este efecto.

Continuemos viendo que es un gas de efecto invernadero.

### ***Definición de gases de efecto invernadero.***

La convención macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el artículo 1 define a un gas de efecto invernadero como: "... aquellos componentes gaseosos de la Atmosfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja".<sup>8</sup>

### ***Gases de efecto invernadero.***

Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) clorofluorocarbonos (CFC) y ozono (O<sub>3</sub>).<sup>9</sup>

### ***Acciones que las provocan.***

En la misma convención macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático encontramos que la fuente puede ser cualquier proceso o actividad que libera un gas de invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de invernadero en la atmosfera.<sup>10</sup>

### ***Efectos.***

Entendido lo anterior comprendemos mejor que los gases de efecto invernadero son los responsables de generar el cambio climático. Al respecto el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (México) en su página web refiere que actualmente ya se observan y se seguirán experimentando en las próximas décadas los siguientes impactos:

- Aumento de la temperatura promedio global de los océanos y la superficie terrestre
- Aumento promedio mundial del nivel del mar
- Acidificación del mar
- Aumento de la temperatura superficial de los océanos
- Alteración de la abundancia de algas, plancton y peces en los ambientes marinos
- Modificación de los patrones naturales de precipitación
- Inundaciones recurrentes
- Incremento en el número e intensidad de huracanes, principalmente en el Atlántico Norte
- Sequías más prolongadas
- Aumento en el número de días y noches cálidas a nivel global
- Ondas cálidas más frecuentes y pronunciadas en Europa, Asia y Australia
- Disminución en la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e hidroeléctrico

<sup>7</sup> Real Academia Española. (2016). *Diccionario del Español Jurídico*. Obtenido de:

<https://dej.rae.es/lema/contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica>

<sup>8</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. (1992). Obtenido de:

<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

<sup>9</sup> Línea verde. (2019). *¿Qué gases son los "invernadero"?* Obtenido de: <http://www.lineaverdeutatraca.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/que-gases-son-los-invernadero.asp#>

<sup>10</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. (1992) *op. cit.*

- Disminución en la productividad agrícola
- Reducción y adelgazamiento de las capas de nieve en Groenlandia y la Antártica
- Disminución de los glaciares a nivel mundial
- Disminución de la capa de nieve primaveral del Hemisferio Norte
- Pérdida de biodiversidad y cambio en la composición de los ecosistemas
- Disminución de la temperatura promedio en ciertos lugares
- Mayor propensión a incendio forestales
- Alteración de los ciclos biológicos y distribución geográfica de la flora y fauna
- Alteración de los vectores de enfermedades infecciosas en ciertas áreas
- Aumento, en Europa, de la mortalidad a causa del aumento de las temperaturas.<sup>11</sup>

### **Medidas administrativas**

Observaremos las diversas medidas administrativas que los gobiernos de Mexico y España han implementado para reducir la contaminación atmosférica por algunos gases de efecto invernadero que son de mayor importancia y crean mayor daño al ambiente. México cuenta con la dependencia administrativa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); para España existe el Ministerio para la Transición Ecológica. Ambas dependencias son las encargadas de dirigir la política en materia ambiental en sus respectivos países.

En México existen diversos ordenamientos que hablan de cuestion ambiental. Solo citaremos algunos para hacer referencia.

En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (México) se establecen diversas políticas ambientales con el fin de prevenir un daño al medio ambiente, y con esa finalidad se faculta a la SEMARNAT para requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción federal, el cumplimiento de los **límites máximos permisibles de emisión de contaminantes**, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 de la presente Ley, su reglamento y en las normas oficiales mexicanas respectivas;

En caso de no cumplir este precepto se establecen las siguientes sanciones en el artículo 171:

- I. Multa por el equivalente de treinta a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción;
- II. Clausura temporal o definitiva, total o parcial, cuando:
  - a) El infractor no hubiere cumplido en los plazos y condiciones impuestos por la autoridad,  
Con las medidas correctivas o de urgente aplicación ordenadas;
  - b) En casos de reincidencia cuando las infracciones generen efectos negativos al ambiente, o
  - c) Se trate de desobediencia reiterada, en tres o más ocasiones, al cumplimiento de alguna o algunas medidas correctivas o de urgente aplicación impuestas por la autoridad.
- III. Arresto administrativo hasta por 36 horas.
- IV. El decomiso de los instrumentos, ejemplares, productos o subproductos directamente relacionados con infracciones relativas a recursos forestales, especies de flora y fauna silvestre o recursos genéticos, conforme a lo previsto en la presente Ley, y

---

11

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (18 de Mayo de 2018). *Efectos del cambio climático*. Obtenido de: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico>

V. La suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes.<sup>12</sup>

En la Ley General del Cambio Climático establece medidas para mitigar y reducir los gases de efecto invernadero, asimismo crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático con el fin de evaluar y gestionar programas sobre la calidad del aire.<sup>13</sup>

Por otra parte, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental que nace a consecuencia de los daños ocasionados al ambiente, su naturaleza es la exigibilidad de la reparación del daño y la indemnización de aquellos cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.<sup>14</sup>

En este mismo ordenamiento en el artículo 6 fracción II establece que no se considerara un daño al ambiente siempre que NO se rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

Por su parte en España, dentro de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera encontramos diferentes infracciones administrativas por las que se incurre en falta en caso de omitir las obligaciones establecidas en el artículo 12: específicas para fabricación, importación, adquisición intracomunitaria, transporte, distribución, puesta en el mercado o utilización y gestión durante su ciclo de vida de aquellos productos que puedan generar contaminación atmosférica. De contrariedad se establecen diversas sanciones que van desde pago de multas hasta suspensión del permiso para comercio.

Además para imponer una sanción la ley refiere que se deberá guardar la debida adecuación entre la gravedad del hecho constitutivo de la infracción y la sanción aplicada.

### *Disposiciones penales*

En consideración del campo de acción del Derecho Penal se ha dicho que **si no hay daño real sobre el bien jurídico protegido, que haya sido producido por la acción típica contenida en el código penal, no hay delito.** Resultando necesario una acción contaminante y un efecto de destrucción sobre el ambiente, pero también un efecto de creación de riesgo o peligro. Para el primer caso, en el proceso penal se tendrían que probar dos aspectos: la realización de la acción contaminante (la liberación del gas) y la evaluación del de daño causado; para al último relacionar el hecho con la afectación que se tuvo o bien, por la existencia de una disposición administrativa que se vio infringida sin tomar en consideración si el daño fue causado o no, simplemente el hecho de la posibilidad de poner en situación de peligro que contemplan las normas ambientales. Veamos las descripciones del tipo penal de México y España.

En México, la conducta típica contemplada en el Código Penal Federal se encuentra descrita en el artículo 414, en el Título De Los Delitos Contra el Ambiente y la Gestión Ambiental, específicamente por emisión de gases de efecto invernadero se sancionará “...al que ilícitamente, o sin aplicar las medidas de prevención o seguridad, realice actividades de producción, almacenamiento, tráfico, importación o exportación, transporte, abandono, desecho, descarga, o realice cualquier otra actividad... con sustancias agotadoras de la capa de ozono y cause un riesgo de daño a los recursos naturales, a la flora, a la fauna, a los ecosistemas, a la calidad del agua o al ambiente”, asimismo cuando “... se lleven a cabo en zonas urbanas con aceites gastados o sustancias agotadoras de

---

<sup>12</sup> Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (05 de Junio de 2018). Obtenido de:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>

<sup>13</sup> Ley General de Cambio Climático. (13 de Junio de 2018). Obtenido de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgcc.htm>

<sup>14</sup> Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. (07 de Junio de 2013). Obtenido de:

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>

*la capa de ozono en cantidades que no excedan 200 litros, o con residuos considerados peligrosos por sus características biológico-infecciosas.”<sup>15</sup>*

En España el Código Penal, en el Capítulo III del Título XVI, regula los llamados delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente, del artículo 325 al 331, y en mención de lo respectivo por emisión de gases de efecto invernadero se refiere lo siguiente: “**Artículo 325.** *Será castigado con las penas de prisión de seis meses a dos años, multa de diez a catorce meses e inhabilitación especial para profesión u oficio por tiempo de uno a dos años el que, contraviniendo las leyes u otras disposiciones de carácter general protectoras del medio ambiente, provoque o realice directa o indirectamente emisiones... en la atmósfera... con incidencia incluso en los espacios transfronterizos... por sí mismos o conjuntamente con otros, cause o pueda causar daños sustanciales a la calidad del aire, del suelo o de las aguas, o a animales o plantas.. Si las anteriores conductas, por sí mismas o conjuntamente con otras, pudieran perjudicar gravemente el equilibrio de los sistemas naturales, se impondrá una pena de prisión de dos a cinco años, multa de ocho a veinticuatro meses e inhabilitación especial para profesión u oficio por tiempo de uno a tres años... Si se hubiera creado un riesgo de grave perjuicio para la salud de las personas, se impondrá la pena de prisión en su mitad superior, pudiéndose llegar hasta la superior en grado”.*<sup>16</sup>

### Comentarios finales

Es de observarse que el tipo penal en España encuadra en un solo artículo distintas actividades sin hacer diferenciación entre cada una, pero para el caso de que de la actividad realizada deba ser considerada delito o no, tomando en consideración que de manera cotidiana se generan emisiones de gases de efecto invernadero, es necesario diferenciar que en el artículo 325 de la codificación española refiere “...el que, contraviniendo las leyes u otras disposiciones de carácter general protectoras del medio ambiente...” del cual todo delito medioambiental en España, prevé una infracción del ordenamiento político-ambiental general, toda vez que no se podría castigar una conducta permitida por la norma. La exigencia en este aspecto supone esa infracción de las disposiciones ambientales aunque no venga expresamente plasmado en su texto.

Lo anterior, en contraste con el tipo penal que se describe en México, en lo que textualmente refiere “...al que ilícitamente, o sin aplicar las medidas de prevención o seguridad...” si bien alude a la contrariedad de la ley, no precisa que ley ni el rango de esta, por otro lado tampoco lo hace con qué medidas de prevención o de seguridad y quienes dictan aquellas, dejando en los receptores la confusión respecto de las normas que se deben de observar, por ejemplo cuando menciona que el ilícito se realice “con sustancias agotadoras de la capa de ozono y cause un riesgo de daño a los recursos naturales”, hay que atender que hay tantos criterios como fuentes nacionales e internacionales reconocidas, incluso no vinculantes para México, que enuncian sustancias agotadoras de la capa de ozono, así como las cantidades máximas en el aire para el aseguramiento de su calidad, aspecto del cual tampoco se hace mención de que o en que normas van a determinar las cantidades permitidas y a partir de cuánto y cuando se constituirá en delito. No dejando de lado que solo en una parte en el artículo 415 condiciona al decir “...siempre que dichas emisiones provengan de fuentes fijas de competencia federal, conforme a lo previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente” la aplicación de la dicha ley.

Es de entrever la posición española en comparación con México y la debilidad de este último en el uso de los términos, alcance y fuente de los criterios que se deben considerar para definir qué conductas se deben sancionar en el ámbito del Derecho Penal sobre todo cuando se apoya en disposiciones normativas de diferente materia.

<sup>15</sup> Código Penal Federal. (14 de Agosto de 1931). Recuperado el 12 de Enero de 2019, de: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/9\\_051118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/9_051118.pdf)

<sup>16</sup> Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal. (23 de Noviembre de 1995). Obtenido de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-25444-consolidado.pdf>

### Referencias.

*Código Penal Federal*. (14 de Agosto de 1931). Recuperado el 12 de Enero de 2019, de:  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/9\\_051118.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/9_051118.pdf)

*Constitución Española*. (27 de Diciembre de 1978). Recuperado el 21 de Febrero de 2019, de:  
<https://www.boe.es/legislacion/documentos/ConstitucionCASTELLANO.pdf>

*Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos*. (05 de Febrero de 1917). Recuperado el 21 de Febrero de 2019, de:  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>

*Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. (1992). Obtenido de: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (18 de Mayo de 2018). *Efectos del cambio climático*. Obtenido de:  
<https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico>

*Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*. (07 de Junio de 2013). Obtenido de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf>

*Ley General de Cambio Climático*. (13 de Junio de 2018). Obtenido de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgcc.htm>

*Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. (05 de Junio de 2018). Obtenido de:  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>

*Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal*. (23 de Noviembre de 1995). Obtenido de:  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-25444-consolidado.pdf>

Línea verde. (2019). *¿Qué gases son los “invernadero”?* Obtenido de: <http://www.lineaverdeutatrace.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/que-gases-son-los-invernadero.asp#>

Real Academia Española. (2016). *Diccionario del Español Jurídico*. Obtenido de: <https://dej.rae.es/lema/contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica>