

# NUEVOS SISTEMAS AROMÁTICOS $XN_2P_2$ (X=O, Se, Te y Po)

Nancy Pamela Aboytes Flores<sup>1</sup>, Dr. Juan Erick Cerpa Calixto<sup>2</sup>, Dr. Manuel Velázquez Ponce<sup>3</sup> y Dr. Gerardo Martínez Guajardo<sup>4</sup>.

**Resumen**— El concepto de aromaticidad se introdujo inicialmente en la química para tener en cuenta la estabilidad, la reactividad, las estructuras moleculares y otras propiedades de muchos compuestos orgánicos insaturados. A pesar de ello, se ha extendido a otras especies con electrones móviles, incluyendo sistemas saturados, estructuras de transición e incluso moléculas inorgánicas. En este trabajo, se realizó la búsqueda de nuevos compuestos aromáticos:  $XN_2P_2$  (X= O, Se, Te y Po), con el algoritmo Bilatu, usando el funcional y sistema de bases PBE0/def2-TZVP. Posteriormente, se reoptimizaron con un nivel MP2/def2- QZVPPD. El estudio de la aromaticidad se llevo a cabo con perfiles NICS<sub>zz</sub> y análisis de AdNDP, la estabilidad de las moléculas se confirmó mediante dinámicas moleculares del tipo Born-Oppenheimer.

**Palabras clave**—aromaticidad, compuestos inorgánicos, Bilatu.

## Introducción

### Aromaticidad

La aromaticidad no es un observable físico, ya que no existe un operador capaz de extraer de la función de onda el valor propio asociado a la deslocalización electrónica, por lo tanto, cualquier definición sobre aromaticidad no estará libre de controversia. Las consecuencias de que una molécula sea aromática son claras: un aumento en la estabilidad, una diferente reactividad y una alta simetría, sólo por mencionar algunas; sin embargo, no existe un aparato que pueda medirla, por lo tanto, establecer si una molécula es aromática resulta ser un problema difícil. Dada la complejidad del concepto, algunos pueden preguntarse si se debe tomar la molestia de tratar de ponderar algo que ni siquiera se puede definir claramente<sup>1</sup>.

Históricamente, la aromaticidad ha sido un fenómeno “time-dependent”, pues desde su introducción, por parte de Kekulé en 1865<sup>2</sup>, el concepto ha evolucionado y conquistado nuevos territorios en la Química. Inicialmente, la aromaticidad era un concepto exclusivo de la Química Orgánica, aplicable a: (i) hidrocarburos monocíclicos conjugados planos y sus iones con  $(4n+2)$  electrones- $\pi$ <sup>3</sup>, (ii) hidrocarburos policíclicos bencenoides, (iii) hidrocarburos policíclicos no bencenoides, tales como el azuleno y otros hidrocarburos conjugados con anillos de cuatro, cinco, seis, siete y ocho miembros. Hoy en día, la aromaticidad se ha extendido a un número muy diverso de compuestos tales como heterocíclicos y compuestos tridimensionales como fulerenos, así como algunos compuestos que poseen un átomo metálico. En 2001, Boldyrev y Wang extendieron el concepto de aromaticidad a compuestos inorgánicos<sup>4</sup>.

Actualmente se ha llevado a cabo la búsqueda experimental y teórica de nuevos compuestos aromáticos inorgánicos. Por ejemplo, Velian y Cummins<sup>5</sup> realizaron la síntesis del anión  $P_2N_3^-$ , confirmando computacionalmente sus propiedades aromáticas. Continuando con la búsqueda de nuevas moléculas aromáticas con átomos del grupo 15, Mandal<sup>6</sup> y colaboradores predicen teóricamente las especies aromáticas con fórmula  $X_2Y_3$  y  $X_3Y_2$ , (X y Y = N, P, As, Sb, Bi). Recientemente, se reportaron los sistemas  $P_2E_3^-$  (E = N, P, As, Sb, Bi) utilizando el algoritmo kick para encontrar los mínimos de energía<sup>7</sup>. Otro ejemplo de la búsqueda de compuestos aromáticos se realizó en 2015, cuando se identificó en fase gas, mediante espectroscopia IR el compuesto  $SN_2P_2$ <sup>8</sup>.

Por otro lado, en 1970, Breslow<sup>9</sup> introdujo el concepto de antiaromaticidad el cual implica la desestabilización de hidrocarburos cíclicos insaturados con  $4n$  electrones- $\pi$ , los compuestos antiaromáticos son ciclos con una conjugación perfecta de dobles enlaces con enlaces sencillos y que, por el contrario, son poco estables comparados con sus homólogos lineales, además generan una corriente paratrópica en presencia de un campo magnético externo. La molécula que representa a los sistemas antiaromáticos por excelencia es el ciclobutadieno.

Así, la aromaticidad de una molécula puede considerarse como el conjunto de propiedades asociadas con la conjugación cíclica existente en ella. De las características de la aromaticidad, las más importantes son: alta

<sup>1</sup> Nancy Pamela Aboytes Flores es alumna de la carrera de Ingeniería Biotecnológica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional. [pameaboytes@hotmail.com](mailto:pameaboytes@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Juan Erick Cerpa Calixto es profesor del departamento de formación básica disciplinaria en la academia de Física desde 2009 en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional. [jcerpa@ipn.mx](mailto:jcerpa@ipn.mx)

<sup>3</sup> Dr. Manuel Velázquez Ponce es profesor de Química Orgánica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional. [mvelazquezp@ipn.mx](mailto:mvelazquezp@ipn.mx)

<sup>4</sup> Dr. Gerardo Martínez Guajardo es profesor de la Unidad Académica de Ciencias Químicas, Área de la Salud de la Universidad Autónoma de Zacatecas. [germtz86@hotmail.com](mailto:germtz86@hotmail.com)

estabilidad, una baja reactividad e inducción de corriente de anillo.<sup>10</sup> La gran variedad de interpretaciones teóricas del mismo problema ha contribuido a crear una imagen compleja sobre el tema.<sup>11</sup>

Por consiguiente la aromaticidad podría expresarse con base en la combinación de varios índices,<sup>10</sup> ya que no se ha encontrado un parámetro único que provea una estimación del grado de aromaticidad y es un fenómeno al menos bidimensional, donde los criterios dominantes serían los energéticos y los magnéticos.<sup>12</sup>

Los principales criterios de aromaticidad se pueden clasificar como geométricos, energéticos y magnéticos, los cuales se describen a continuación:

#### *Criterios geométricos*

Los criterios geométricos involucran rasgos estructurales, y todos ellos parten de la idea de que el factor esencial en la estabilización aromática es la deslocalización y sus manifestaciones en la igualdad en las longitudes de enlace, planaridad del anillo<sup>11,13</sup> y simetría<sup>14</sup>.

#### *Criterios energéticos*

Dentro de éstos, la energía de resonancia se ha utilizada como un indicador de la presencia de aromaticidad, y se define como la diferencia entre la energía total electrónica  $\pi$  de una molécula conjugada y la energía total electrónica  $\pi$  de una estructura hipotética de referencia.

#### *Criterios magnéticos*

Los compuestos se consideran como aromáticos cuando en la estructura se induce una corriente de anillo de electrones- $\pi$  deslocalizados, provocando una desprotección diamagnética.<sup>15</sup> La magnitud de la corriente de anillo estará en función de la deslocalización de electrones- $\pi$  en torno al anillo y, por lo tanto, es una “evidencia” de la presencia de aromaticidad.

La idea de una corriente de anillo se remonta a los primeros trabajos de Pauling<sup>16</sup>, quien sugirió que la anisotropía diamagnética en sistemas aromáticos se debe a los electrones 2pz que se mueven libres bajo la influencia de un campo eléctrico desde un átomo de carbono a otro carbono vecino. Desde hace tiempo, se reconoce que el sistema conjugado de electrones- $\pi$  en un compuesto aromático soporta una corriente de anillo que ejerce un efecto de desapantallamiento sobre los átomos fuera del anillo y un efecto de apantallamiento en los átomos del mismo. Por lo tanto, las corrientes de anillo son propuestas como la causa del inusual efecto de susceptibilidad magnética en sistemas cíclicos orgánicos<sup>17,18</sup>. En este trabajo se usaron los perfiles NICS que son un índice de aromaticidad basado en el criterio magnético.

#### *El campo magnético inducido*

Cuando se aplica un campo magnético externo ( $B^{ext}$ ) a una molécula, los electrones crean una corriente de anillo  $I_{ring}$ , perpendicular a dicho campo, el cual a su vez induce un nuevo campo magnético: el campo magnético inducido, Figura 1.

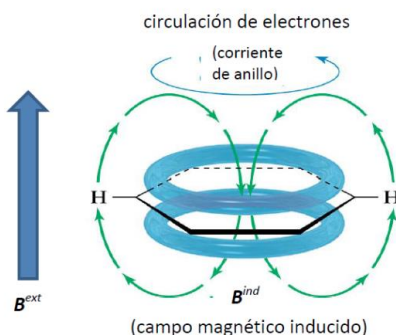


Figura 1. Campo magnético inducido en el benceno.

#### *Nucleus Independent Chemical Shift (NICS)*

En 1996 Schleyer y colaboradores introdujeron un nuevo descriptor de aromaticidad llamado NICS por sus siglas en inglés Nucleus Independent Chemical Shift<sup>19</sup>. El NICS se define como el valor del desplazamiento magnético absoluto cambiado de signo y puede ser calculado en el centro del anillo o en cualquier otro punto de interés del sistema. Los valores negativos del NICS se asocian a la presencia de corrientes de anillo diatrópicas (aromaticidad). Por otro lado, los valores positivos corresponden a corrientes de anillo paratrópicas (antiaromaticidad).

Con la idea de disponer de información cuantitativa, que nos permita hacer comparaciones numéricas y tener una visión amplia del comportamiento de las especies aromáticas, se introdujeron los perfiles NICS<sup>20</sup>, los

cuales son una gráfica en la que se muestran los valores del  $B_z^{ind}$  calculados en una serie de puntos a lo largo del eje de mayor simetría, encontrando así el mínimo y el punto dónde se encuentra. Debido a que la posición del mínimo para las diferentes especies cambia los perfiles NICS son más apropiados cuando se estudia la aromaticidad.

#### Adaptive Natural Density Partitioning (AdNDP)

Zubarev del grupo de Boldyrev desarrolló este método<sup>21</sup>. En el análisis de AdNDP, primero se localizan pares libres (1c-2e) y los elementos de enlace 2-centros-2-electrones (2c-2e). Después, se elimina la densidad de electrones para las uniones localizadas y se procede a la búsqueda de los elementos de unión multicéntricos deslocalizados (nc-2e) (n de 3 al número total de átomos en el sistema). El AdNDP indica si un sistema es aromático cuando hay un elemento de unión deslocalizado globalmente deslocalizado<sup>22</sup>.

#### Dinámica molecular

La dinámica molecular (MD, por sus siglas en inglés) es una metodología útil para la simulación de los procesos moleculares a escala atómica, en donde la evolución en el tiempo de un conjunto de partículas interactuando se monitorea mediante la integración de sus ecuaciones de movimiento. Dado un conjunto de posiciones y velocidades iniciales, la evolución en el tiempo subsecuente es, en principio, completamente determinada. La computadora calcula una trayectoria en un espacio de fase  $6N$ -dimensional, donde  $N$  es el número de átomos en el sistema<sup>23</sup>.

Las simulaciones de MD son demandantes, y por lo tanto, se han establecido varios niveles de aproximación que cubren distintos alcances de precisión y puede aplicarse a sistemas de diferentes tamaños y escalas de tiempo. La descripción de la Mecánica Cuántica del movimiento de los núcleos no es siempre necesaria, ya que estos efectos cuánticos son frecuentemente pequeños<sup>23</sup>. Por tanto, el tratamiento clásico de los núcleos es una buena aproximación, mientras que el sistema electrónico es abordado cuánticamente. En la aproximación Born-Oppenheimer<sup>24</sup> los electrones y los núcleos se consideran de forma independiente, lo cual es un buen modelo, ya que la masa de un electrón es aproximadamente 2000 veces menor que la de un átomo de hidrógeno, lo que significa que la velocidad de los núcleos es marcadamente menor que la de los electrones<sup>24</sup>.

### Descripción del Método

Se realizó la búsqueda de nuevos compuestos aromaticos:  $XN_2P_2$  ( $X=O, Se, Te$  y  $Po$ ), con el algoritmo Bilatu, usando el funcional y sistema de bases PBE0/def2-TZVP. Posteriormente, se reoptimizaron con un nivel MP2/def2-QZVPPD. El estudio de la aromaticidad se llevo a cabo con perfiles NICS<sub>zz</sub> y el método Adaptive Natural Density Partitioning (AdNDP) realizado con Multiwfn, la estabilidad de las moléculas se confirmó mediante dinámicas moleculares del tipo Born-Oppenheimer.

### Resultados y Discusión

Las estructuras encontradas para los sistemas  $XN_2P_2$  ( $X=O, Se, Te$  y  $Po$ ) son las mostradas en la Figura 2, debajo de cada una de las estructuras se encuentra la energía relativa con respecto a la de menor energía en kcal/mol.

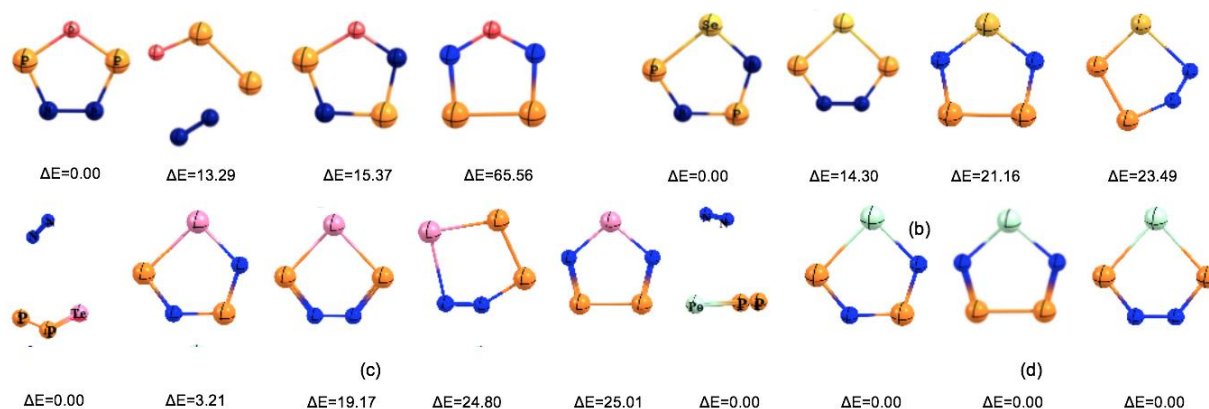


Figura 2. Estructuras encontradas para los sistemas  $XN_2P_2$  ( $X=O, Se, Te$  y  $Po$ ). (a)  $ON_2P_2$ , (b)  $SeN_2P_2$  (c)  $TeN_2P_2$  (d)  $PoN_2P_2$ . La energía relativa se encuentra en kcal/mol.

Los isómeros de los sistemas encontrados en este trabajo coinciden con los isómeros reportados del sistema  $SN_2P_2$ <sup>8</sup>, los cuales se pueden observar en la Figura 3.

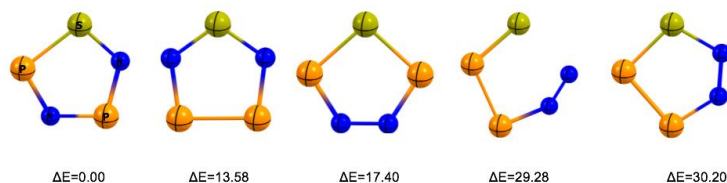


Figura 3. Isómeros del sistema  $SN_2P_2^8$ . La energía relativa se encuentra en kcal/mol.

Para conocer la naturaleza de los enlaces en los sistemas, se realizaron análisis de AdNDP a un nivel MP2/Def2-TZVPP. Este nivel de teoría es adecuado, pues se ha mostrado que el análisis AdNDP es invariable al método o base utilizados<sup>25,26,27</sup>.

En la Figura 4 (a) se observa el análisis de AdNDP para el sistema  $ON_2P_2 C_{2v}$ , el cual reveló cinco pares libres en los átomos O, P y N con números de ocupación de 1.98, 1.97 y 1.95 | e | respectivamente; cinco enlaces  $\sigma$  de 2c-2e todos con números de ocupación de 1.99 | e | (dos P-O, P-N y un N-N); también se observan tres enlaces  $\pi$  deslocalizados (5c-2e) todos con números de ocupación de 2.00 | e |, por lo que se deslocalizan 6 electrones satisfaciendo la regla de Hückel<sup>3</sup>,  $4n+2=6$ ,  $n=1$ .

El análisis de AdNDP para el sistema  $SeN_2P_2-Cs$  se observa en la Figura 4 (b), el marco de enlace consiste en cinco pares libres de tipo s, cinco enlaces  $\sigma$  de 2c-2e y 3 enlaces  $\pi$  de 5c-2e entre todos los átomos del anillo. Este sistema también cumple con la regla de Hückel<sup>3</sup>, al tener 6 electrones  $\pi$  con un n entero igual a 1.

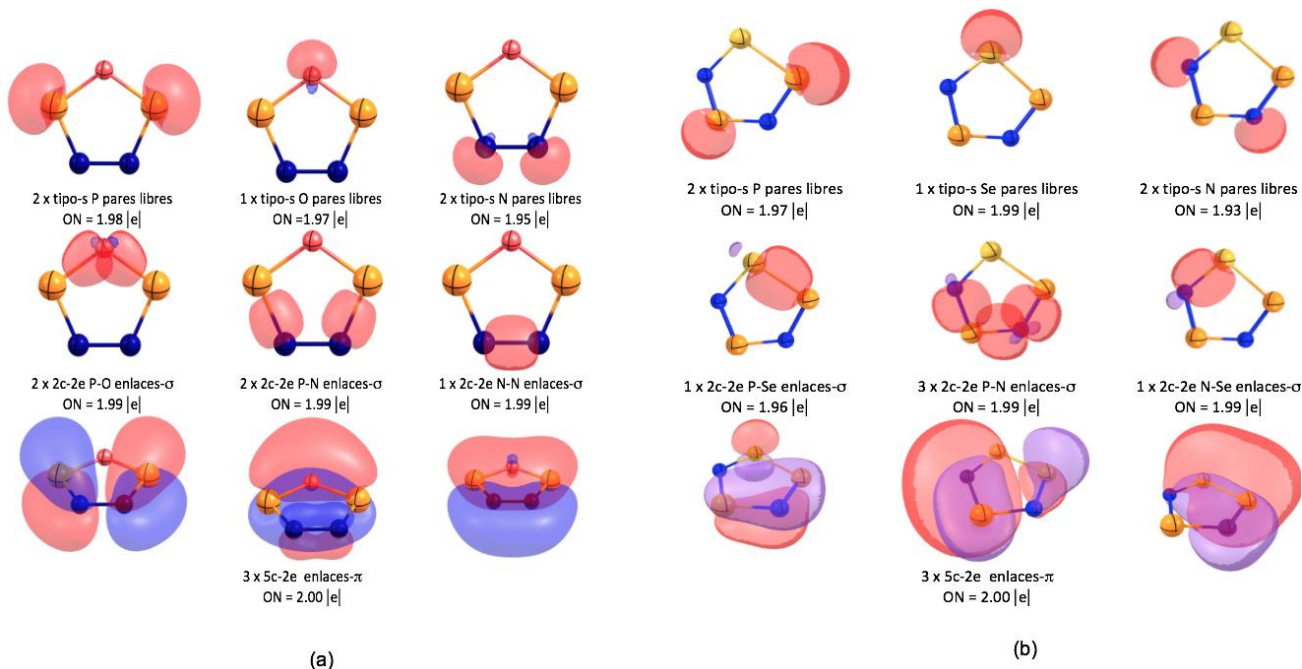


Figura 4. Enlaces químicos de los sistemas  $ON_2P_2 C_{2v}$ , (a) y  $SeN_2P_2-Cs$  (b) encontrados por análisis de AdNDP realizados a un nivel MP2/Def2-TZVPP.

La Figura 5 muestra los perfiles  $NICS_{zz}^{20}$  para los sistemas  $ON_2P_2 C_{2v}$ ,  $ON_2P_2-Cs$ ,  $SeN_2P_2-Cs$ ,  $SeN_2P_2 C_{2v}$  y  $SN_2P_2^8$ , comparando los sistemas presentados en este trabajo con este último.

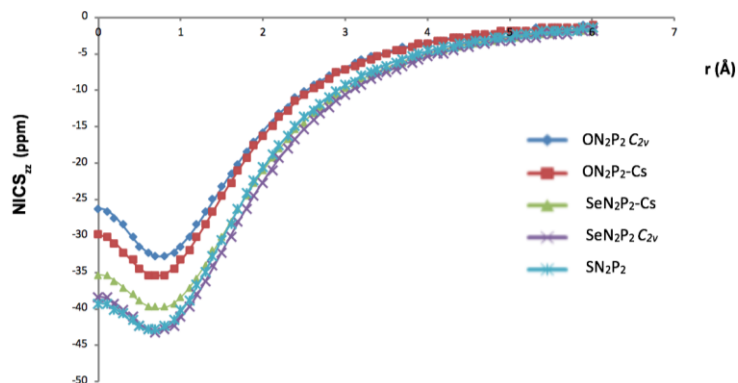


Figura 5. Perfiles  $NICS_{zz}$  para los sistemas  $ON_2P_2 C_{2v}$ ,  $ON_2P_2-Cs$ ,  $SeN_2P_2-Cs$ ,  $SeN_2P_2 C_{2v}$  y  $SN_2P_2$ <sup>8</sup>.

Todos los perfiles  $NICS_{zz}$  calculados para las especies son negativos y muestran un mínimo (Figura 5), lo cual es característico de los compuestos aromáticos<sup>19</sup>. Un decrecimiento del valor máximo absoluto de  $NICS_{zz}$  está acompañado por un desplazamiento del mínimo del perfil a distancias más grandes por encima del punto crítico de anillo.

En la Figura 6 se muestran los perfiles  $NICS_{zz}$  para el benceno y el ciclobutadieno los cuales son moléculas que representan a los sistemas aromáticos y antiaromáticos por excelencia. De igual forma que en la Figura 5, tenemos que los valores negativos corresponden a sistemas diatrópicos (aromáticos), y los valores positivos a los paratrópicos (antiaromáticos). En el centro del anillo ( $r=0$  Å), la respuesta total del benceno es -17 ppm a diferencia del ciclobutadieno que es mayor de 100 ppm. En el benceno se observa que el mínimo en esta gráfica está cercano a 1 Å. El perfil de ambas moléculas tiende a un valor de 0 a medida que se alejan del plano molecular.

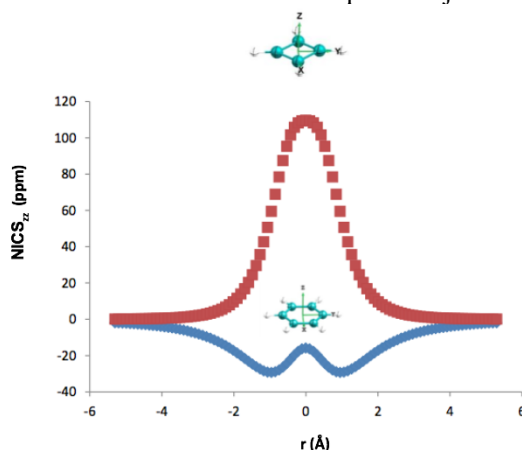


Figura 6. Perfiles  $NICS_{zz}$  para el benceno (azul) y el ciclobutadieno (rojo).

Para comprobar la estabilidad de los sistemas presentados se llevaron a cabo dinámicas moleculares del tipo Born-Oppenheimer a temperaturas de 600, 900, 1200 y 1500 K por 25 y 50 ps. Todos los sistemas presentaron una alta estabilidad a estas condiciones, sin embargo, cabe destacar que el  $ON_2P_2 C_{2v}$  se rompe pero se restaura como se muestra en la Figura 7.

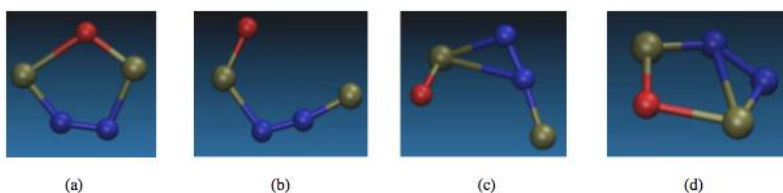


Figura 7. Capturas de la dinámica molecular del tipo Born-Oppenheimer para el sistema  $ON_2P_2 C_{2v}$  en condiciones de 1500 K y 25 ps. En (a) Sistema  $ON_2P_2 C_{2v}$ , (b) Rompimiento, (c) Giro, (d) Restauración.

## Comentarios Finales

### Conclusiones

Mediante el algoritmo Bilatu con un nivel MP2/def2-QZVPPD y usando Gaussian09 se encontraron los mínimos globales energía para las sistemas  $\text{ON}_2\text{P}_2$  y  $\text{SeN}_2\text{P}_2$ . La combinación de los análisis de AdNDP, los perfiles NICS<sub>zz</sub> y de la dinámica molecular genera información útil para estudiar a la deslocalización electrónica y por ende la aromaticidad. Los análisis de AdNDP permitieron visualizar que ambos sistemas cumplen con la regla de Hückel<sup>3</sup> que describe a los compuestos aromáticos, al tener 6 electrones  $\pi$  y por lo tanto un  $n=1$ ; los perfiles NICS<sub>zz</sub> confirmaron la naturaleza aromática de los sistemas al mostrar valores negativos que indican que al someter a las moléculas a un campo magnético externo se genera una corriente de anillo diamagnética<sup>15</sup>. Por otro lado, la descripción del comportamiento dinámico de las estructuras mediante dinámicas moleculares del tipo Born-Oppenheimer permitieron establecer la estabilidad cinética del sistema.

### Referencias

1. Mitchell, R. H. Chem. Rev. 2001, 101, 1301-1315.
2. Kekule, A. Bull. Soc. Chim. Fr 1865, 3.
3. E. Huckel, Z. Phys., 1931, 70, 204.
4. X. Li, A. E. Kuznetsov, H. F. Zhang, A. I. Boldyrev, L. S. Wang, *Science*, 2001, 291, 859-861.
5. A. Velian, C. C. Cummins, *Science*, 2015, 348, 1001-1004.
6. S. Mandal, S. Nandi, A. Anoop, P. K. Chattaraj, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2016, 18, 11738-11745.
7. A. S. Nizovtsev *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2016, 18, 16084-16087.
8. X. Zeng, H. Li, H. Sun, H. Beckers, H. Willner and H. F. Schaefer III, *Angew. Chem., Int. Ed.*, 2015, 54, 1327-1330.
9. R. Breslow, *Chem. Eng. News*, 1965, 43, 90, June 28.
10. Zhou, Z. X.; Navangul, H. V. *J. Phys. Org. Chem.* 1990, 3, 784-788.
11. Simonetta, M. *Pure Appl. Chem.* 1980, 52, 1597-1610.
12. Jug, K.; Koster, A. M. *J. Phys. Org. Chem.* 1991, 4, 163-169.
13. Rozas, I. *J. Phys. Org. Chem.* 1992, 5, 74-82.
14. Katritzky, A. R.; Jug, K.; Oniciu, D. C. *Chem. Rev.* 2001, 101, 1421-1449.
15. Mizoguchi, N. *Chem. Phys. Lett.* 1984, 106, 451-454.
16. Pauling, L. *J. Chem. Phys.* 1936, 4, 673.
17. Ramsey, N. F. *Phys. Rev.* 1950, 78, 699.
18. Ramsey, N. F. *Phys. Rev.* 1952, 86, 243.
19. P. v. R. Schleyer, C. Maerker, A. Dransfeld, H. J. Jiao, N. J. R. van Eikema Hommes, *J. Am. Chem. Soc.* 1996, 118, 6317-6318.
20. Jiménez-Halla, J.; Matito, E.; Robles, J.; Solà, M. *Journal of Organometallic Chemistry* 2006, 691, 4359-4366
21. D. Y. Zubarev and A. I. Boldyrev, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2008, 10, 5207-5217.
22. Boldyrev, A. Wang, L. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2016, 18, 11589-11605.
23. Heine, T.; Joswig, J.-O.; Gelessus, A. *Computational Chemistry Workbook*; Wiley, VCH, 2009.
24. Born, M.; Oppenheimer, J. R. *Ann. Physik* 1927, 84, 457.
25. (145) Zubarev, D. Y.; Boldyrev, A. I. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2008, 10, 5207-5217.
26. Zubarev, D. Y.; Sergeeva, A. P.; Boldyrev, A. I. In *Chemical Reactivity Theory: A Density Functional View*; P. K. Chattaraj, C. T. F. G., Ed. New York, 2009.
27. Sergeeva, A. P.; Boldyrev, A. I. *Comments Inorg. Chem.* 2010, 31, 2.

# DETECCIÓN Y ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL ÁREA DE TRABAJO DE LA EMPRESA VADIBOX, MEDIANTE LA GUÍA DEL MÉTODO ERGONÓMICO GINSHT

María Alma Rosa Acosta Pérez<sup>1</sup>, MGA. Lugo Cázares María Aurelia<sup>2</sup>, M.C Moisés Tapia Esquivias<sup>3</sup>, Emmanuel Llanos Hernández<sup>4</sup>, Albino Balderas Maldonado<sup>5</sup>, Carlos Andrés Beltrán López<sup>6</sup>, Marco Antonio Lara Lara<sup>7</sup>, Fernando Romero Trejo<sup>8</sup>

**Resumen**—El presente trabajo de investigación pretende detectar y analizar los posibles riesgos que conlleva la manipulación de cargas por parte de los trabajadores de la empresa cartonera Vadivox. Se menciona la importancia de las evaluaciones ergonómicas para los trabajadores de la empresa, su origen, el método de evaluación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), como se aplica en la empresa mediante la guía en línea GINSHT y los resultados de los estudios a los trabajadores y las conclusiones a las cuales se llegó en este proyecto. De esta manera se determina el nivel de riesgo ergonómico en el área de manipulación de carga y se ofrecerán recomendaciones a la empresa para que el índice de lesiones baje, así como el ausentismo de los trabajadores

**Palabras clave**—ergonomía, guía, lesiones, ausentismo, manipulación, GINSHT, INSTH

## Introducción

El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) de España explica que la ergonomía como una disciplina que tiene en consideración factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales y ambientales, pero, con un enfoque “holístico”, en el que cada uno de estos factores no son analizados aisladamente, sino en su interacción con los demás”.

De acuerdo con el RD 487/1997, “entendemos por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento”. (Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, 2008).

La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo en su publicación sobre Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo (2007) menciona el como éstas cargas pueden afectar a la salud de los trabajadores, pudiendo ser desde dolores dorso lumbares musculoesquelético por la realización continua de actividades de levantamiento y manipulación de cargas hasta traumatismos agudos como cortes o fracturas debido a accidentes.

Menciona también en el mismo documento que el dolor de espalda es uno de los principales problemas de salud relacionados con el trabajo en la Unión Europea (UE), con un porcentaje de trabajadores afectados (38,9 %) significativamente mayor en los nuevos Estados miembros.

Diego-Mas en su documento Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT (2016) menciona que la aplicación de este método nos permite valorar el grado de exposición del trabajador a riesgos en los casos de levantamiento y trasporte de carga, estableciendo si el nivel de riesgo al que están sometidos cumple con las disposiciones mínimas de seguridad y salud reconocidas como básicas por las leyes, los órganos reguladores y por la mayoría de los especialistas en la materia. La aplicación del método permite preservar al trabajador de posibles lesiones

<sup>1</sup> María Alma Rosa Acosta Pérez es alumna de la carrera de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. [16030892@itcelaya.edu.mx](mailto:16030892@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> M.G.A. Lugo Cázares María Aurelia es Profesora de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Guanajuato. [maria.lugo@docentes.itcelaya.edu.mx](mailto:maria.lugo@docentes.itcelaya.edu.mx).

<sup>3</sup> M.C. Tapia Esquivias Moisés es Profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Guanajuato. [moises.tapia@itcelaya.edu.mx](mailto:moises.tapia@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Emmanuel Llanos Hernández es alumno de la carrera de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato. [16030596@itcelaya.edu.mx](mailto:16030596@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> Albino Balderas Maldonado es alumno de la carrera de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato [16031366@itcelaya.edu.mx](mailto:16031366@itcelaya.edu.mx)

<sup>6</sup> Carlos Andrés Beltrán López es alumno de la carrera de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato [16030599@itcelaya.edu.mx](mailto:16030599@itcelaya.edu.mx)

<sup>7</sup> Marco Antonio Lara Lara es alumno de la carrera de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato [lara\\_lr98@hotmail.com](mailto:lara_lr98@hotmail.com)

<sup>8</sup> Fernando Romero Trejo es alumno de la carrera de Ing. Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato [17030198@itcelaya.edu.mx](mailto:17030198@itcelaya.edu.mx)

derivadas del levantamiento, evaluando con especial cuidado los riesgos que afectan más directamente a la espalda, en especial a la zona dorso-lumbar..

En el siguiente trabajo de investigación se pretende detectar y analizar los riesgos ergonómicos por manipulación de carga en la “Cartonera Vadibox”. Esta empresa en los últimos años, ha presentado un alto índice de lesiones que, en su mayoría, se deben principalmente al levantamiento de cargas.

El presente proyecto esta enfocado en desarrollar un sistema que ayude disminuir este índice de lesiones, así como el ausentismo de los trabajadores. Por ello, se consideró implementar un método que ayude a evaluar y prevenir los riesgos relativos a la manipulación de cargas.

La herramienta que se pretende utilizar es la guía del método ergonómico G-INSHT, mediante una guía permite prevenir al trabajador de posibles lesiones debidas al levantamiento de cargas. La investigación busca la adaptación del método en la empresa Cartonera Vadibox a partir de la identificación de las condiciones ergonómicas donde se desenvuelven los trabajadores. Esto permite definir el riesgo al que se expone el trabajador en condiciones determinadas y establecer alternativas que mejoren o corrijan la manera en que se manipulan las cargas.

Entre las actividades que deben realizar los trabajadores de la cartonera además de fabricar las cajas de cartón, y mover lotes de hasta 100 cajas con un peso aproximado de 60 kg a los almacenes, en ocasiones también es necesario empacar diferentes materiales dentro de la caja de cartón como pistones, ejes, amortiguadores, entre otros, al terminar mueven al almacén las piezas o entregan al cliente que se encuentra en la parte de afuera de la fábrica, el problema es que la cartonera no cuenta con equipo para mover los materiales y los trabajadores tienen que hacerlo todo manual.

Teniendo en cuenta la diversidad de edades de los trabajadores, que va de entre 30 a 65 años, según los datos que facilitó el dueño de la cartonera, y tomando en cuenta las recomendaciones de que no pueden manejar cargas muy pesadas de manera manual, ya que, pueden ocasionar un potencial riesgo dorso lumbar no tolerable y manipulado en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentemente, en condiciones ambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.), podría generar un riesgo. (Real Decreto, 1997)

“Los motivos que comúnmente originan trastornos de salud en los trabajadores al realizar manipulaciones de carga son las condiciones ergonómicas inadecuadas (cargas inestables, sujeción inadecuada, superficies resbaladizas, etc.), las características propias del trabajador que la realiza (falta de información sobre las condiciones ideales de levantamiento, atuendo inadecuado, etc.) o por el levantamiento de peso excesivo.” (Diego-Mas, Garzon-Leal, & Poveda-Bautista, 1660-70.) Todos estos aspectos a valorar quedan recogidos por el método GINSHT, que, a partir de información de fácil recopilación, proporciona resultados que orientan al evaluador sobre el riesgo asociado a la tarea y la necesidad o no de tomar medidas correctivas para la mejora del puesto.

El método se especializa para detectar las actividades que son potencialmente proveedoras de lesiones de tipo dorso-lumbar. Se evalúan las tareas que se realizan de forma sentada, así como las que se realizan de pie, basándose en ambas en el levantamiento de carga de manera inadecuada. (Asensio-Cuesta, Bastante-Ceca, & Diego-Más, 2012)

En la guía técnica del INSHT se menciona que la evaluación puede llevar a dos situaciones:

- 1.-Levantamientos con Riesgo Tolerable: manipulaciones que no precisan mejoras preventivas. Debe recordarse que cualquier manipulación manual de cargas supone riesgo, aunque se considere tolerable y aun siendo el riesgo mínimo.
- 2.-Levantamientos con Riesgo no Tolerable: tareas que debe ser modificadas para alcanzar niveles tolerables de riesgo.

La guía técnica del INSHT sobre manipulación manual de cargas recomienda el peso teórico recomendado que no se debe sobrepasar en función de la posición de la carga con respecto al cuerpo que se muestra en la **Error! Reference source not found.** Cuando se manipulen cargas en más de una zona se tendrá en cuenta la más desfavorable, para mayor seguridad.

### Descripción del Método

Paso 1 Detectar el problema mediante la información de datos históricos facilitada por el dueño de la empresa donde se registró un alto índice de ausentismo laboral dentro del área donde se realiza manipulación manual de cargas de la empresa.

Paso 2 Exponer las razones que justifican el desarrollo de la investigación, mediante datos relevantes. Además, se define el objetivo general y los objetivos que se buscan con la realización de la misma.

Paso 3 Elaborar un diagrama de decisiones para la selección del método entre las 3 opciones disponibles (Ecuación de NIOSH, Tablas de Snook y Ciriello, Guía de levantamiento de carga del INSHT).

¿Por qué se eligió?

Se eligió este método porque es el más completo para la evaluación de los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores, ya que evalúa las posturas, las condiciones físicas de los trabajadores, las cargas que realizan diariamente.



Paso 4 Formular una hipótesis de investigación la cual se buscará comprobar mediante la aplicación del método ergonómico GINSHT.

Paso 5 Definir las áreas a aplicar mediante un diagrama de Pareto, y el análisis de los datos obtenidos de la empresa y las condiciones de trabajo de acuerdo con el método.

Paso 6 Recolectar datos sobre los empleados del área para la selección de la muestra a la que se le aplicara el método.

Paso 7 Aplicar el método GINSHT como se describe a continuación:

**METODO**

Paso 8 Analizar los resultados del método.

Paso 9 Realizar recomendaciones pertinentes en base a los resultados obtenidos, teniendo como variable el nivel de los riesgos ergonómicos que se obtuvo con la aplicación del método.

**Comentarios Finales**

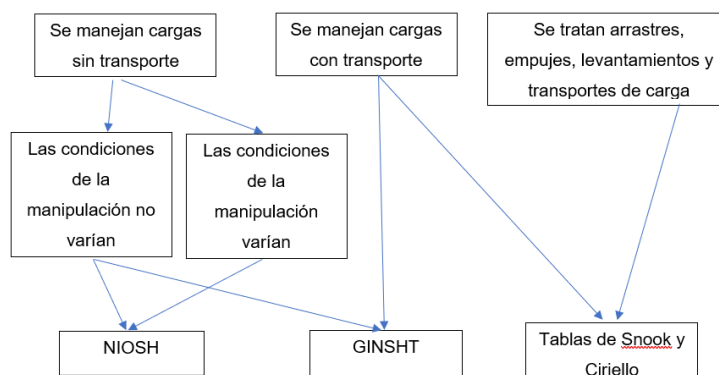
*Resumen de resultados*

En la empresa cartonera “Vadibox” se registró un alto porcentaje de ausentismo de personal por lesión durante el año 2018. En la siguiente tabla se muestran los datos históricos proporcionados por la empresa, donde se puede apreciar el porcentaje mensual de ausentismo por lesión presentado en los trabajadores dedicados al manejo manual de cargas.

<b>Ausentismo de personal por lesión durante el año 2018</b>			
<b>Mes</b>	<b>No. de trabajadores</b>	<b>Ausentismo del personal por lesión</b>	<b>% Ausentismo</b>
Enero	60	6	10%
Febrero	60	9	15%
Marzo	60	8	13.30%
Abril	60	4	6.60%
Mayo	60	4	6.60%
Junio	60	5	8.30%
Julio	60	6	10%
Agosto	60	8	13.30%
Septiembre	60	10	16.60%
Octubre	60	11	18.30%
Noviembre	60	8	13.30%
Diciembre	60	15	25%
<b>ANUAL</b>	<b>60</b>	<b>94</b>	

**Tabla 1 Ausentismo del personal por lesión durante el año 2018 en la “Cartonera Vadibox”. (Fuente: Elaboración propia).**

Durante el año 2018 se presentaron 94 lesiones que causaron ausentismo en el personal de la empresa “Cartonera Vadibox”. Por ello, fue necesario implementar un método que ayude a identificar y evaluar las condiciones ergonómicas con las que actualmente se está trabajando, y con ello, dar a conocer recomendaciones que ayuden a mejorar o corregir la manera como se manejan las cargas.



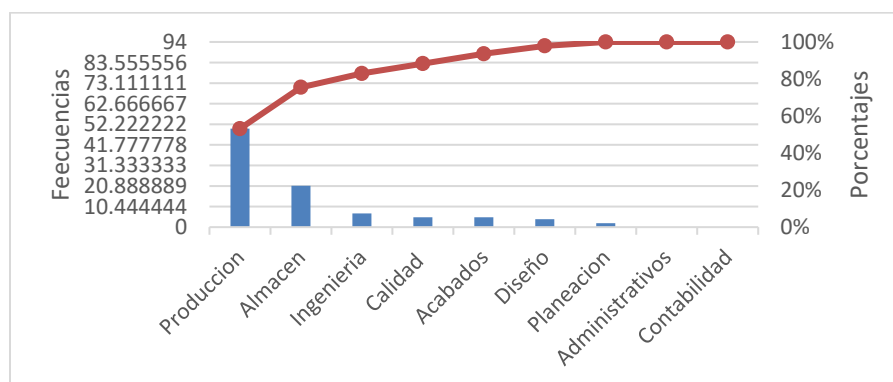
**Figura 1 Diagrama de decisiones para la selección del método ergonómico. (Fuente: Elaboración propia)**

La empresa proporciono información de los trabajadores que laboran en la cartonera y su ausentismo durante el año 2018 teniendo como resultado un total de 94 trabajadores de donde se seleccionó al personal con mayor ausentismo en el área de producción.

Con los datos proporcionados se realizó un diagrama de Pareto (Figura 2) para identificar las áreas de enfoque para la aplicación de la evaluación.

Área	Numero de lesiones	Movimientos de MMC	% Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Acumulado
Producción	50	5	53%	50	53%
Almacén	21	1	22%	71	76%
Ingeniería	7	1	7%	78	83%
Calidad	5	1	5%	83	88%
Acabados	5	2	5%	88	94%
Diseño	4	1	4%	92	98%
Planeación	2	4	2%	94	100%
	94		0%		

**Tabla 2 Ausentismo por lesiones en cada área durante el año de 2018. (Fuente: Proporcionada por la empresa)**



**Figura 2 Pareto de las lesiones por área de la cartonera. (Fuente: Elaboración propia)**

Por último al ingresar los datos recolectados en la Tabla 2, se ingresa al Software para la guía INSHT los datos de los pesos, tiempos y distancias que recorren el personal del área de producción dando los siguientes resultados:

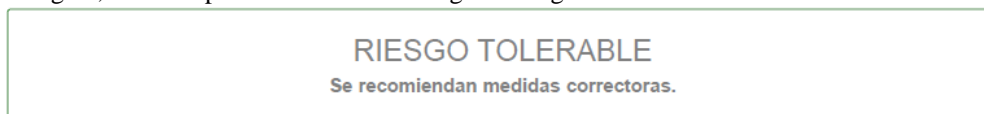
Peso Real (Kg)	Peso Teórico Recomendado (Kg)	Peso Aceptable (Kg)
<b>7 Kg.</b>	<b>12 Kg.</b>	<b>9,61 Kg.</b>
Peso real manipulado en el puesto	Peso máximo recomendado para la carga en función de la zona de manipulación, altura y separación respecto del cuerpo, en condiciones ideales de manipulación de cargas.	Peso máximo recomendado considerando las condiciones del levantamiento. Es el resultado de corregir el peso teórico considerando las características del puesto analizado y la población a proteger.

**Figura 3 Resultados de evaluación ergonómica, mediante el software para la guía del INSHT. Fuente: Datos obtenidos del software para la guía del INSHT.**

En los datos obtenidos en la Figura 3, se puede analizar que el peso manipulado en las áreas de trabajo donde se llevo a cabo la investigación, es de 7 kg, mostrando que está dentro de los límites establecidos, tanto de manipulación como de levantamiento.

Dentro de la valoración del riesgo de los operadores de carga, el levantamiento diario acumulado de los trabajadores esta en 980 kg, teniendo como límite aceptable dentro de los estándares de la guía, un peso no mayor a los 10,000 kg, (turno 8 horas), para distancia de hasta 10 metros.

Cabe señalar que en los datos obtenidos se identificaron distancias que estuvieran dentro de este tramo, para la aplicación de la guía, como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 4 Resultado del riesgo arrojado por el software. Fuente: Datos obtenidos del software para la guía del INSHT.**

Para el levantamiento de la carga, se obtuvo que se realiza en una posición inadecuada, lo que nos arroja un riesgo de lesión para el trabajador.

El levantamiento se realiza con la Carga lejos del cuerpo, Altura del muslo y De pie (posición inadecuada, riesgo de lesión)



**Figura 5 Postura de levantamiento para la manipulación de cargas. Fuente: Datos arrojados del software**

*Conclusiones*

Los resultados demuestran que las lesiones presentadas en los trabajadores son causadas por condiciones ergonómicas inadecuadas en el manejo manual de cargas. La guía de evaluación permitió conocer que la causa principal de esto es el posicionamiento de los trabajadores con el que hacen el levantamiento.

*Recomendaciones*

Se recomienda adoptar una postura adecuada para el levantamiento de cargas la cual se describe a continuación:

1. Colocando los pies separados y estables frente a la carga y doblando las piernas de manera que la espalda permanezca erguida en todo momento.
2. Asegurarse de que la sujeción de la carga es segura y cómoda (asas o ranuras).
3. Elevar la carga sin brusquedad evitando los giros de tronco y manteniendo en todo momento la carga pegada al cuerpo.

4. Colocar la carga en su destino asegurándola adecuadamente. El modo de agarre de la carga podrá variarse durante la colocación si el lugar de destino es muy elevado.

Los investigadores interesados en continuar la investigación podrían enfocarse en las medidas correctivas en el posicionamiento del levantamiento manual de cargas, ya que como se mencionó anteriormente, es la principal causa por la que se generan lesiones en los trabajadores. En un futuro la empresa podría efectuar capacitaciones a sus trabajadores en el buen manejo de cargas.

#### *Referencias bibliográficas*

- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2007). Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo. Belgica.
- Asensio-Cuesta, S., Bastante-Ceca, M. J., & Diego-Más, J. A. (2012). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Madrid: Parainfo.
- Diego-Mas, J. A. (2016). *Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT*. Obtenido de Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php>
- Diego-Mas, J., Garzon-Leal, D., & Poveda-Bautista, R. (1660-70.). *Influences on the use of observational methods by practitioners when identifying risk factors in physical work*. España.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (Octubre de 2017). *Riesgos Ergonómicos*. Obtenido de Riesgos Ergonómicos: <https://www.insst.es/riesgos-ergonomicos1>
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. (2008). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación manual de cargas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>
- Real Decreto. (1997). *Real Decreto 487/1997*. Obtenido de <http://istas.net/descargas/asesora/manipulacion%20de%20cargas.pdf>

#### **Notas Biográficas**

**María Alma Rosa Acosta Pérez** es estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**M.G.A. María Aurelia Lugo Cazares** es Maestra en Gestión Administrativa. Tiene 10 años de experiencia en la industria (logística, exportación e importación) sector logístico y transportes. Es actual docente del depto. de Ingeniería Industrial en el TecNM en Celaya.

**M.C. Moisés Tapia Esquivias** tiene los grados de Ing. Industrial en producción y maestría en ciencias en sistemas y calidad. Cuenta con el reconocimiento de perfil deseable y es miembro de cuerpo académico "Optimización de proceso de manufactura y servicios" Es miembro numerario de la academia nacional de ingeniera industrial. Las líneas de investigación que cultiva son: "Diseño y mejora de procesos y producto" y "Estadística industrial aplicada". Ha escrito capítulos de libros como: Troubleshooting a Lean Enviroment en la obra titulada Manufacturing in the developing world Methodology case studies and trends from Latin America editado pro Springer 2014.

**Emmanuel Llanos Hernández** es estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Albino Balderas Maldonado** es estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Carlos Andrés Beltrán López** es estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Marco Antonio Lara Lara** es estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Fernando Romero Trejo** es estudiante de 7° semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya

# Determinación de Conductividad Térmica para Cerámicos TEOS/PDMS Propuestos como Nuevas Barreras Térmicas

Emmanuel Acosta Pérez<sup>1</sup>, Mercedes Salazar Hernández<sup>2</sup>, Juan Manuel Mendoza Miranda<sup>3</sup>,  
Jesús E. Rodríguez Dahmlow<sup>4</sup>, Enrique Elorza Rodríguez<sup>5</sup>, Carmen Salazar Hernández<sup>6</sup>

**Resumen**—Los aislantes térmicos son materiales que se caracterizan por su alta resistencia térmica y baja conducción de calor, formando así barreras que impiden el paso del calor entre dos medios. En este proyecto se desarrolló un banco de pruebas experimental que permite determinar la conductividad térmica; dicho banco se validó con el calculándola K para materiales de referencia (acero, aluminio y cobre). Posteriormente, se estudiaron las propiedades térmicas de recubrimientos cerámicos modificados por sílice (SiO<sub>2</sub>) y diferente porcentaje en peso de polidimetilsiloxano (PDMS). La K para los recubrimientos tipo SiO<sub>2</sub>/PDMS fue medida a diferentes temperaturas; observando un valor entre 0.375±0.023 a 50°C, mientras que la K varió entre 2±0.069 a 3.57±0.076 W/mK cuando se determinó a 100°C y 150°C. Entonces, los recubrimientos fueron sometidos a tratamiento de densificación observando una disminución de la conductividad del 44% a 50°C, del 33.6% para k medida a 100°C y del 22.4% cuando se determinó a 150°C.

**Palabras clave**—banco de pruebas, conductividad térmica, cerámico, SiO<sub>2</sub>/PDMS, densificación.

## Introducción

Las barreras térmicas (BT) son un sistema de capas que revisten una superficie con el propósito de aislarla térmicamente y de proteger al material contra la oxidación y la corrosión en ambientes químicamente agresivos y que se encuentran operando a altas temperaturas, preservando así la integridad física del material revestido. La Figura 1a muestra un sustrato que no ha sido recubierto con BT la temperatura es de 150° C en una de las caras, mientras que en la cara opuesta es de 130° C. Si luego se cubre la superficie del mismo sustrato con una barrera térmica, la temperatura decaerá drásticamente dentro del espesor que tiene dicha barrera, manteniéndose prácticamente constante, véase Figura 1b [1].

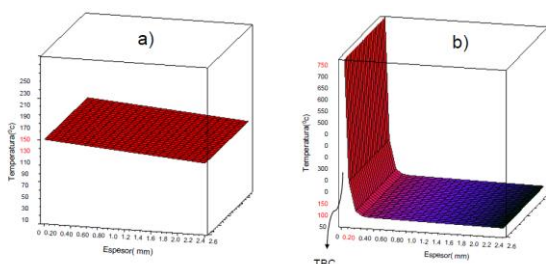


Figura 1. Perfil de Temperatura (a) Sustrato sin BT. (b) Sustrato con BT [1]

Las barreras térmicas están constituidas por cuatro capas principales que se encuentran interrelacionadas mecánicamente para lograr mantener su efectividad a altas temperaturas. Estas capas se muestran en la Figura 2; las cuales son: una capa de enlace al metal que se va revestir, cuyo espesor es alrededor de 50 μm y debe tener una buena compatibilidad química con el sustrato metálico en el que se va depositar la BT. La segunda capa es un óxido crecido térmicamente que se adhiere a la capa de enlace y a la capa de óxido que actuara como BT. La configuración

<sup>1</sup> Emmanuel Acosta Pérez. UPIIG-Instituto Politécnico Nacional. Silao de la Victoria, Gto-México. [emmanuel.acosta.perez@gmail.com](mailto:emmanuel.acosta.perez@gmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Mercedes Salazar Hernández. Departamento de Minas, Metalurgia y Geología. Universidad de Guanajuato. [merce@ugto.mx](mailto:merce@ugto.mx)

<sup>3</sup> Dr. Juan Manuel Mendoza Miranda. UPIIG-Instituto Politécnico Nacional. Silao de la Victoria, Gto-México. [jmendozami@ipn.mx](mailto:jmendozami@ipn.mx)

<sup>4</sup> M.I Jesús E. Rodríguez Dahmlow. UPIIG-Instituto Politécnico Nacional. Silao de la Victoria, Gto-México. [jrodriguez@ipn.mx](mailto:jrodriguez@ipn.mx)

<sup>5</sup> Dr. Enrique Elorza Rodríguez. Departamento de Minas, Metalurgia y Geología. Universidad de Guanajuato. [eelorzar@ugto.mx](mailto:eelorzar@ugto.mx)

<sup>6</sup> Dra. Carmen Salazar Hernández. UPIIG-Instituto Politécnico Nacional. Silao de la Victoria, Gto-México. [msalazarh@ipn.mx](mailto:msalazarh@ipn.mx)  
(autor de correspondencia)

de las BT es compleja y requiere de la selección de diferentes materiales que sean compatibles entre sí y que puedan ser adheridos al sustrato metálico.

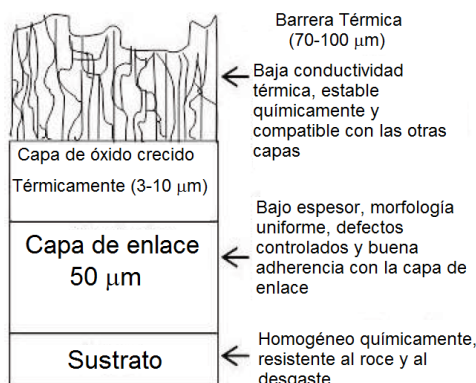


Figura 2. Composición de una Barrera Térmica [1]

La Tabla 1 muestran el valor de conductividad térmica (K) para algunos óxidos que han sido empleados como BT; teniendo como base el óxido de circonio ( $ZrO_2$ ) y las BT de óxido de circonio estabilizado con iridio (YSZ) los cuales tienen valor promedio de  $k$  de 2 W/(mK) [2-5]. Las BT son formadas con óxidos de metales costosos como son el Ba, Zr, Ce, La, etc. Entre los óxidos con baja conductividad y económicos se encuentra la sílice vítrea ( $k=2-0.4$  W/mK) y los silicatos (1.7 W/mK) sin embargo, estos óxidos presentan un coeficiente de dilatación térmica entre  $0.5-9 \times 10^{-6}$   $1/^\circ C$ , un valor bajo que complica su uso como BT ya que no tiene capacidad de deformación a temperaturas elevadas.

Tabla 1. Conductividad Térmica para BT y sílice vítrea

Materiales	Conductividad térmica (W/ mK)	Materiales	Conductividad térmica (W/ mK)
$ZrO_2$	2.17	$CeO_2$	2.77
3YSZ	2.12	$La_2Zr_2O_7$	1.56
Mullita	3.3	$LaMgAl_{11}O_1$	1.7
$Al_2O_3$	5.8	$SiO_2$	2-0.4
$BaZrO_3$	3.42	$(Na/Ca)_x(SiO_4)_n$	1.7

Entonces la propuesta de este proyecto es desarrollar BT base sílice empleando el método sol-gel y adicionando un elastómero (PDMS) a la estructura rígida de la sílice que no afecte el valor de  $k$  del material pero que incremente su capacidad de deformación a temperaturas elevadas. Se investiga el efecto de la adición del PDMS sobre la conductividad térmica de las BT. Además, se desarrolla el banco de pruebas para la medición de  $k$ .

## 1. Metodología

### 2.1 Banco de Pruebas para Medición de $k$

La Figura 3 muestra el banco de pruebas empleado para determinar la conductividad térmica, el cual consta de una sección de prueba que se limita a probetas cúbicas con longitud de 25.4 mm, la sección está aislada con fibra de vidrio para promover el flujo de calor en la dirección Z (Figura 3a) como foco caliente se colocó en la parte inferior una resistencia térmica que fue controlada a través de un dispositivo de control on/off basado en Arduino (Figura 3b) el cual se conectó a una computadora para registrar la temperatura de la placa y de la parte superior de la probeta. Para calcular el flujo de calor suministrado a la probeta se midió el voltaje y corriente durante la prueba empleando un multímetro de gancho para medir la corriente y multímetro de puntas para registrar el voltaje (Figura 3c)

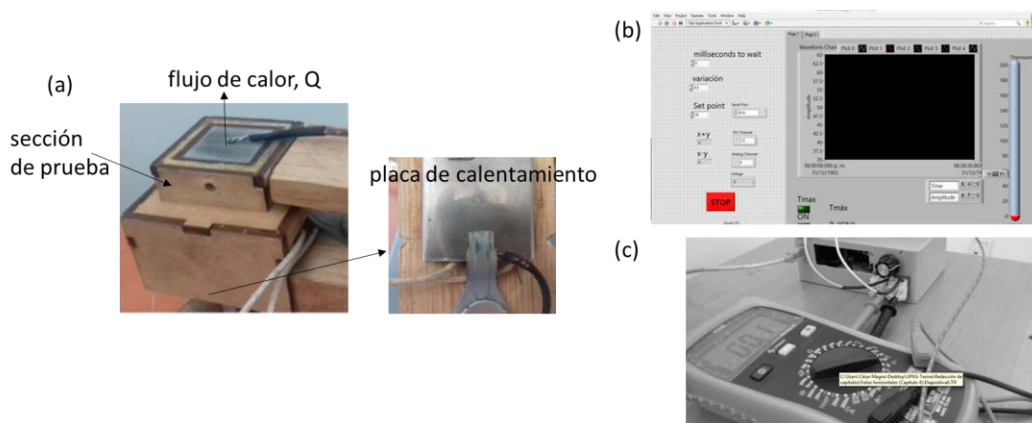


Figura 3. Banco de prueba diseñado para determinar la conductividad térmica de los materiales

### 1.2 Desarrollo de Barreras Térmicas SiO<sub>2</sub>/PDMS

La Figura 4 describe la metodología para la aplicación de los recubrimientos SiO<sub>2</sub>/PDMS en las superficies de aluminio 6061 y acero AISI-1018. Antes de aplicar el recubrimiento la superficie es pre-tratada para eliminar impurezas; dicho tratamiento consistió en desbastar la superficie con papel abrasivo para eliminar impurezas, posteriormente se realizó un lavado con alcohol etílico empleando un baño ultrasónico por 10 min (Ultrasonic Cleaner- Intertek Listed) y finalmente se dejó secar a temperatura ambiente. La aplicación de la solución sol de TEOS/PDMS al sustrato se realizó con la técnica de inmersión (dip-coating) en la cual se incluye la preparación de la solución (Tabla 2) su aplicación y secado para finalmente evaluar el valor de la conductividad térmica de los cerámicos. Para incrementar la estabilidad térmica de los recubrimientos, estos fueron sometidos a un tratamiento térmico de densificación, la Tabla 3 indica las condiciones empleadas.

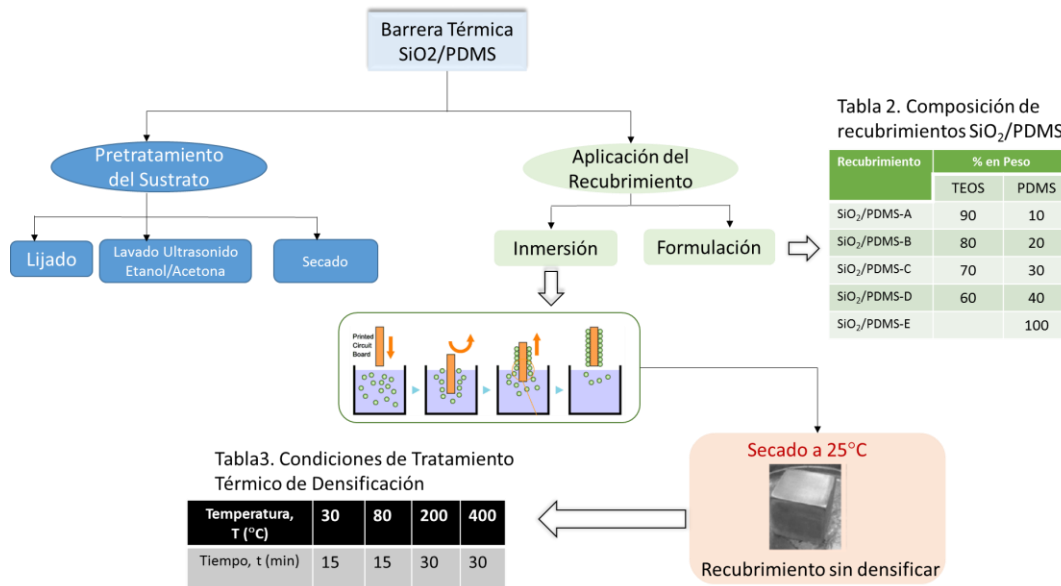


Figura 4. Metodología general para la determinación de k de los recubrimientos SiO<sub>2</sub>/PDMS

### 1.3 Cálculo de Conductividad Térmica

La conductividad térmica fue calculada empleando la ley de Fourier, para la validación del banco de pruebas se consideró el flujo de calor en una dirección, donde k actúa como una resistencia en serie (Figura 5a) y por lo tanto puede ser calculada de acuerdo con la Ecuación 1; donde F<sub>c</sub> es un factor de contacto de la muestra con la placa caliente, Q el flujo de calor, ΔT la diferencia de temperatura entre el foco caliente (T<sub>1</sub>) y frío (T<sub>2</sub>), A el área de contacto y L longitud de la prueba. Mientras que, el cálculo de k para los recubrimientos se realizó a

través de la ley de Fourier para paredes compuestas (Figura 5b) donde la capa A corresponden al recubrimiento y la capa B al metal base que puede ser aluminio o acero, por lo que k se determinó con la Ecuación 2.

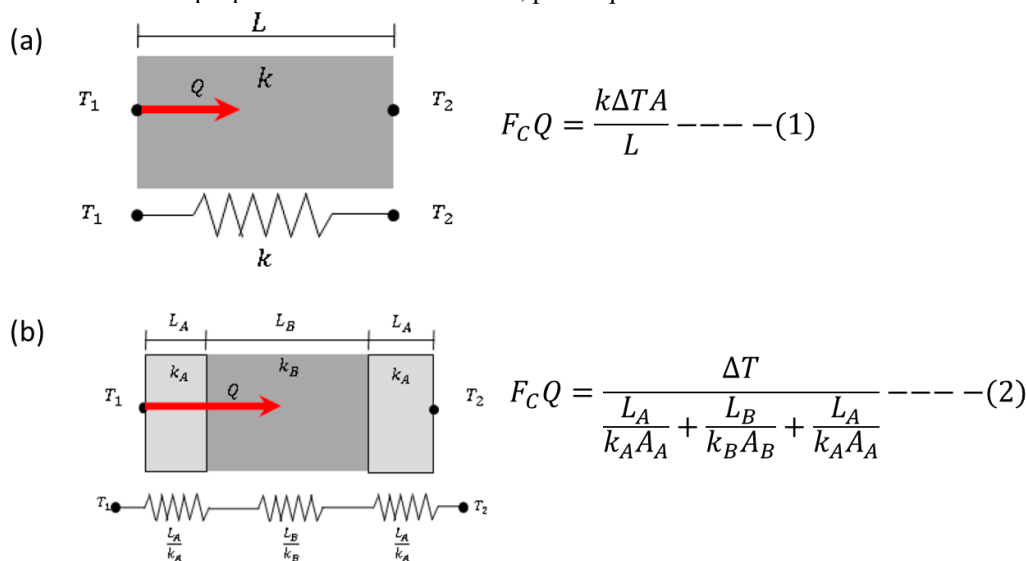


Figura 5. (a) Ley de Fourier para el cálculo de k (b) Ley de Fourier para el cálculo de k en paredes compuestas

## 2. Análisis de Resultados

### 3.1 Validación del Banco de Pruebas para Determinar k

La Figura 6 muestra los resultados experimentales en las pruebas de validación del banco de pruebas, el cual registra la temperatura en un estado transitorio y uno estable (Figura 6a) siendo este último el valor empleado como  $T_2$  para el cálculo de k. La Figura 6b muestra los valores de conductividad experimental de acuerdo con la temperatura; donde se aprecia dependencia lineal de k con T para el acero y aluminio; mientras que para el Cu se tiene una función polinomio de segundo orden. La Figura 6c muestra la conductividad experimental contra los valores de referencia, donde puede apreciarse que para el aluminio y acero se tiene una desviación estándar en el cálculo menor del  $\pm 10\%$ . Este rango de error permite indicar que el banco de pruebas es confiable.

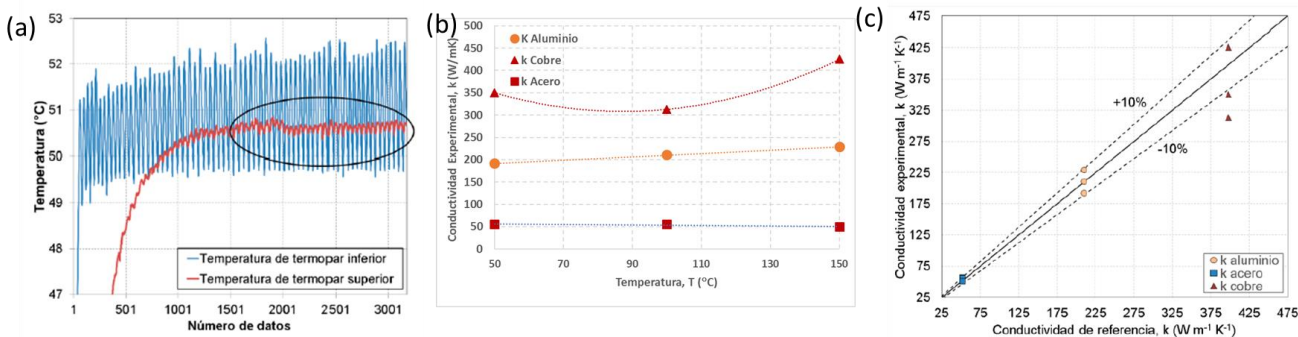


Figura 6. Resultados de la validación del Banco de pruebas (a) Registro de temperaturas (b) k experimental para los materiales de referencia con respecto a la temperatura (c) Error en el cálculo de k

### 3.2 Recubrimientos SiO<sub>2</sub>/PDMS: Caracterización Física

La Figura 7a muestra el valor del espesor para los recubrimientos cerámicos de acuerdo con el contenido de PDMS en la matriz de sílice, con tratamiento de densificación y sin tratamiento de densificación. De acuerdo con los resultados obtenidos con el micrómetro se tiene un menor espesor, alrededor del 2% menos después de haber sometido los cerámicos al tratamiento térmico. Por otra parte en promedio los cerámicos sin tratamiento registraron



un  $t=125\pm 3.06 \mu\text{m}$  y con tratamiento térmico un  $t=122\pm 3.17 \mu\text{m}$ . La Figura 7b se muestra una micrografía del cerámico observada por microscopia electrónica de barrido donde se midió un espesor promedio para estos materiales de  $109.34 \mu\text{m}$ . Por lo cual, se puede indicar que las lecturas con el micrómetro son confiables.

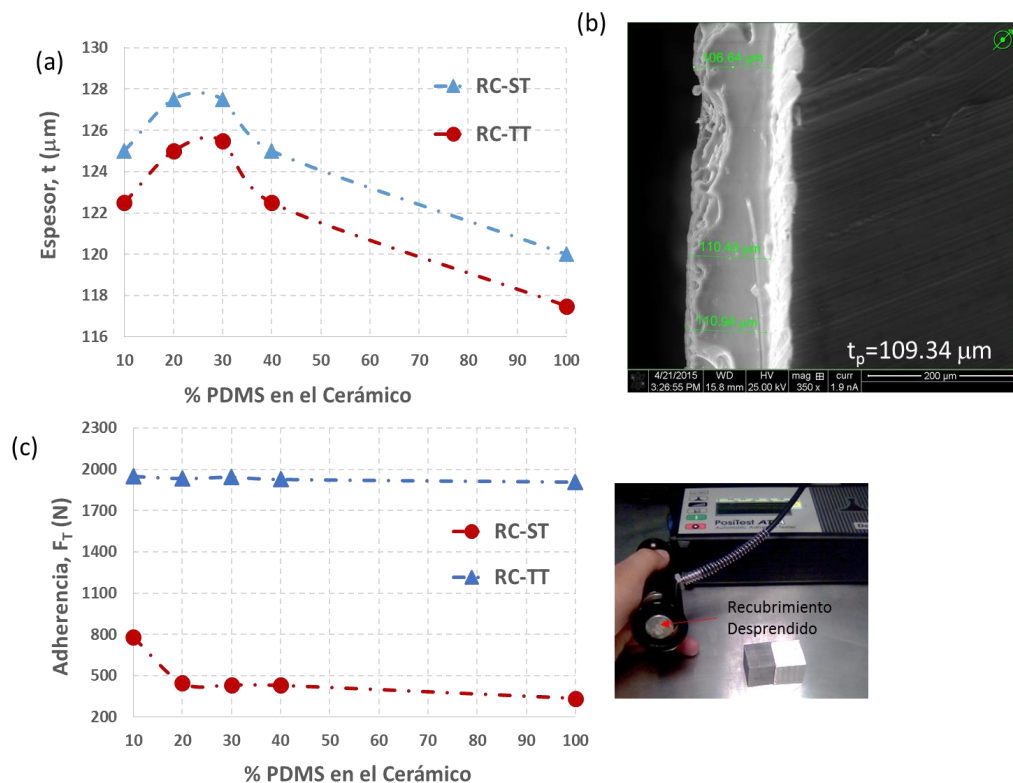


Figura 7. Propiedades físicas del recubrimiento (a) Espesor medido con micrómetro (b) Espesor medido por MEB (c) Adherencia medida como la fuerza requerida para lograr desprender el recubrimiento del sustrato

Entre las propiedades físicas más importantes para un recubrimiento se encuentra la adherencia, la cual se midió como la fuerza requerida para lograr desprender el recubrimiento en el sustrato; de acuerdo con los resultados observados en la Figura 7c, los recubrimientos con tratamiento térmico incrementan su adhesión considerablemente, esta vario de  $485\pm 152$  hasta  $1930\pm 14.13$ .

### 3.3 Conductividad térmica para recubrimientos SiO<sub>2</sub>/PDMS

La Figura 8 muestra la conductividad térmica calculada para los recubrimientos con y sin tratamiento térmico; variando el contenido de PDMS en la estructura de la sílice. De acuerdo con los resultados el contenido de PDMS no afecta el valor de  $k$  para los materiales, ésta se mantiene casi constante conforme se incrementa el contenido de silicona en la red de la sílice. Se determinaron valores de  $k$  menores a 1; el valor de la conductividad térmica reportada para la sílice es de  $2-0.4 \text{ W/km}$ . En la Tabla 4 se indican los promedios de  $k$  que fueron determinados a las diferentes temperaturas teniendo en todos los casos una reducción de la conductividad cuando se aplicó el tratamiento térmico de densificación; la  $k$  se reduce de 44 hasta 22%.

Tabla 4. Conductividad Térmica para recubrimientos cerámicos SiO<sub>2</sub>/PDM

Temperatura T (°C)	Conductividad Térmica, $k$ (W/Km)		% Reducción
	Sin tratamiento térmico	Con Tratamiento Térmico	
50	$0.375\pm 0.023$	$0.168\pm 0.019$	44.8
100	$2.0\pm 0.069$	$0.672\pm 0.112$	33.6
150	$3.57\pm 0.076$	$2.01\pm 0.237$	22.4

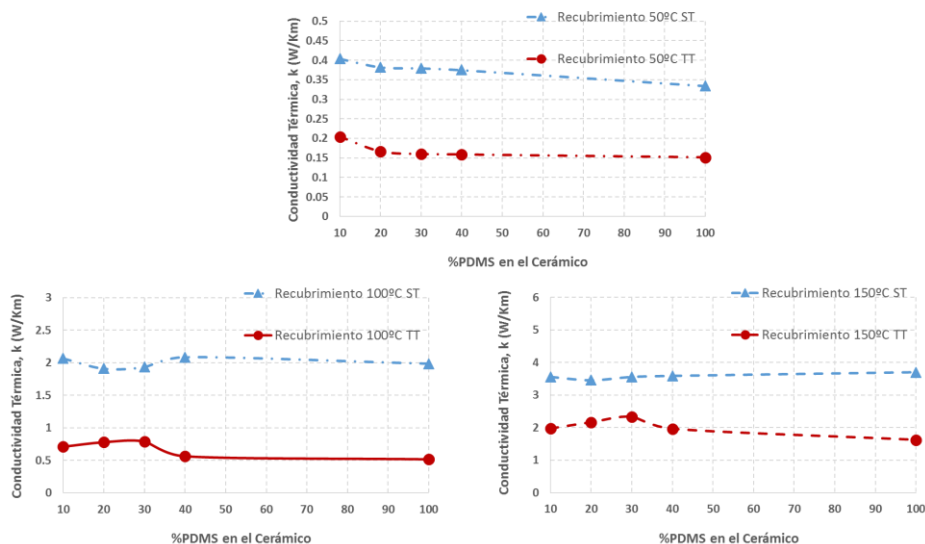


Figura 8. Conductividad térmica para los cerámicos variando el contenido de PDMS y medidas a diferentes temperaturas.

### Conclusiones

El banco de pruebas para medir la conductividad térmica es un equipo con poca incertidumbre en los resultados arrojados ya que en los resultados de la validación se observó un error estándar menor al 10%. Entonces, los datos de k calculados para los cerámicos SiO<sub>2</sub>/PDMS son confiables. En estos materiales, no se observó un efecto del contenido de PDMS sobre la modificación de la conductividad térmica; en todos los casos prevalece el valor de conductividad de la matriz cerámica, sílice. Estos recubrimientos tienen un comportamiento como excelentes aislantes térmicos con valores de conductividad de 0.375 W/Km hasta 3.57 W/Km.

### Referencias

1. Fernández-Rojas F, Rondón E, Fernández-Rojas C.J, Salas P. K.J, Gracia V.J, Barreras Térmicas y Nuevos Materiales (2012) Revista de Facultad de Ingeniería U.C.V, 27(1): 100-108
2. Zhilin T, Liya Z, Jiemin W, Peng W, Jialin L, Jingyang W; Theoretical and experimental determination of the major thermo-mechanical properties of RE<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> (RE = Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, and Y) for environmental and thermal barrier coating applications; Journal of the European Ceramic Society (2016) 36: 189- 202
3. Amaya Hoyos C.A; Recubrimientos de Barreras Térmicas. Revista Informador Técnico (2009) 73: 27-33
4. Jing Z, Xingye G, Yeon-Gil J, James, K; Lanthanum zirconate based thermal barrier coating: a review (2017) Surface & Coating Technology, 323:18-29
5. Soleimanipour Z, Baghshane S, Shoja-Razavi R, Salehi M; Hot corrosion behavior of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> laser clad plasma sprayed YSZ thermal barrier coating; Ceramics International (2016) 42: 17698-17705

### Notas Biográficas

El Pasante de Ing. Emmanuel Acosta Pérez es egresado de UPIIG-IPN de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices y fue el alumno Tesista de este proyecto.

La Dra. Mercedes Salazar Hernández es profesor investigador del Departamento de Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato; es experta en el área de materiales teniendo como principal línea de investigación la síntesis y caracterización de nuevos materiales con aplicaciones industriales.

El Dr. Juan Manuel Mendoza Miranda es profesor investigador de UPIIG-IPN, coordinador de GITERMMA (Grupo de Ingeniería Térmica, Mecánica y Materiales Aplicados) Sus líneas de investigación son en el área de eficiencia térmica y caracterización termodinámica de materiales.

El M.I Jesús E. Rodríguez Dahmow es profesor investigador de UPIIG-IPN y tiene como principal línea de investigación el modelado y manufactura de materiales.

El Dr. Enrique Elorza Rodríguez es profesor investigador del Departamento de Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato; es experto en el área de materiales y en metalurgia extractiva.

La Dra. Carmen Salazar Hernández es profesor investigador de la UPIIG-IPN; es experta en el área de materiales teniendo como principal línea de investigación la síntesis y caracterización de nuevos materiales con aplicaciones industriales.

# Modelado de procesos de negocio para la empresa Ferrebaztan

Ing. Ana Luisa Acosta Zermeño<sup>1</sup>, Dr. José Porfirio González Farías<sup>2</sup>,  
Dr. Eugenio Guzmán Soria<sup>3</sup>, Dra. María Teresa de la Garza Carranza<sup>4</sup> y MA. Ma. Teresa Pérez Carmona<sup>5</sup>

**Resumen**—El uso de procesos de negocio en las empresas proporciona la posibilidad de alinear las funciones del negocio con las necesidades de los clientes y ayuda a los administrativos a determinar cómo desarrollar, monitorizar y medir los recursos de la empresa. Cuando están correctamente realizados, los procesos tienen la capacidad de incrementar la eficiencia, eficacia, efectividad y la productividad, reducir los costes y minimizar los errores y el riesgo y optimizar los resultados. La presente investigación se llevó a cabo en la empresa Ferrebaztan, Ubicada en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Al implementar las mejores prácticas en la gestión y automatización de procesos le ayudó a la empresa a tener una buena gestión del negocio, le permitió tener visibilidad sobre cómo está logrando sus estrategias de negocio y la obtención de resultados exitosos en los objetivos que se plantearon al inicio del presente estudio.

**Palabras clave**—Procesos de Negocio, Efectividad, Eficacia, Gestión del negocio.

## Introducción

En la actualidad muchas de las empresas se encuentran sumergidas en entornos competitivos y globalizados en donde todas desean tener éxito y buenos resultados económicos, para lograrlo, las organizaciones deben administrar bien sus recursos y actividades, lo que a su vez ha originado adoptar medidas que les permitan configurar sus sistemas de gestión de procesos de negocio.

La gestión por procesos permite a las empresas identificar indicadores para poder evaluar la eficacia, eficiencia y la efectividad de las diversas actividades de negocio que se llevan a cabo.

La gestión por procesos (**BPM**, del inglés Business Processes Management) es un sistema que lleva a cabo el uso de las capacidades de la organización para enfocar su actividad hacia los procesos con el objetivo de producir sinergias que generen beneficios y cumpla sus objetivos estratégicos.

## Descripción del Método

### *Antecedentes*

En la época moderna la presencia de la automatización y mercados hacen que la actividad económica fluya mucho más rápido, y evolucionan a pasos agigantados por lo mismo “la importancia de la división del trabajo como factor de incremento en la productividad” empuja a las organizaciones hacia la especialización de las tareas.

### *Contexto de la empresa*

La empresa Ferrebaztan inició operaciones en el año de 1978 en la calle Lázaro Cárdenas #224 en la ciudad de Celaya, Gto. Sus fundadores fueron José Javier y Juan Ignacio Iturria, para ese entonces ya contaban con la empresa Carrocerías Diversas Alcón, por la alta demanda de acero y sus diferentes productos derivados nace la empresa Ferrebaztan, contando con 15 trabajadores, incluyendo entre ellos administradores, choferes y operadores, para después cambiarse a la matriz que se encuentra ubicada en la Carretera Panamericana Km.284, 2da Fracción de Crespo, pasado el tiempo, al no poder cumplir con la demanda que se estaba teniendo se decidió abrir otras sucursales en Querétaro, Apaseo el Alto y Celaya. Hoy en día cuentan con más de 130 trabajadores.

### *Objetivo General*

Determinar la influencia de los procesos de negocio en el desempeño de la empresa Ferrebaztan.

### *Objetivo Especifico*

<sup>1</sup> Ing. Ana Luisa Acosta Zermeño. Estudiante del Posgrado en Gestión Administrativa del Tecnológico Nacional de México en Celaya. [anazermeno741@gmail.com](mailto:anazermeno741@gmail.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Dr. José Porfirio González Farías. Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México en Celaya. [porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx](mailto:porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. Eugenio Guzmán Soria. Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México en Celaya. [eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx](mailto:eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Dra. María Teresa de la Garza Carranza. Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México en Celaya. [teresa.garza@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.garza@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> MA. Ma. Teresa Pérez Carmona. Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México en Celaya. [teresa.perez@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.perez@itcelaya.edu.mx)

Para la consecución del objetivo principal se diseñaron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la influencia de los procesos de negocio en la eficacia.
- Determinar la influencia de los procesos de negocio en la efectividad.

### *Planteamiento del Problema*

Cada organización tiene sus características y recursos que las diferencian unas de otras, por lo que es muy importante que se analicen internamente para poder enfrentar los retos que se le presentan, este es el caso de Ferrebazan, que pesar de ser una empresa con más de 30 años de existencia y con una participación muy importante en el mercado, no cuenta con procesos ni procedimientos definidos, lo que reduce su potencial de crecimiento.

### *Variables Independientes*

Procesos de negocio: conjunto de actividades relacionadas para lograr las metas definidas.

-Participación del personal: Las personas, a todos los niveles, son la esencia de la organización y su completo desarrollo, permite que sus habilidades, sean usadas en beneficio de la misma. (Gehisy, 2010)

-Mejora continua: El concepto de mejora continua está inserto dentro de la gestión diaria de operaciones y a diferencia de la técnica de rediseño no requiere de la formulación de un proyecto. El ciclo de la implementación de la mejora queda en manos de los responsables del negocio y no consumen recursos adicionales a los propios. Algunos de estos conceptos de mejora continua se conocen bajo los nombres de Six Sigma y Lean Management, pero también se puede sumar a estas técnicas el sólo monitorear el rendimiento de los procesos a través de indicadores de ciclo u otros e iniciar iniciativas de mejora cuando se detectan desviaciones al comportamiento esperado. (Preciado Mariscal, 2016)

-Relaciones con el proveedor: La gestión de relaciones con los proveedores es un enfoque integral aplicado a la gestión de la interacción que las empresas tienen con las organizaciones que les suministran los bienes y servicios que utilizan. El objetivo de la gestión de relaciones con los proveedores (SRM, por sus siglas en inglés) es agilizar y hacer más eficaces los procesos entre la empresa y sus proveedores, del mismo modo que la gestión de relaciones con los clientes (CRM) está dirigida a agilizar y hacer más eficaces los procesos entre la empresa y sus clientes. (TechTarget, s.f.)

### *Variables dependientes*

Rendimiento: Refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conoce como:

- Eficiencia: Se refiere a la habilidad, capacidad o posibilidad de alcanzar un objetivo o lograr un fin utilizando la menor cantidad de recursos disponibles. Un comportamiento eficiente es aquel que plantea una estrategia racional y coherente que permite maximizar y optimizar el tiempo, los recursos y las decisiones implica la relación que se da entre los recursos y medios disponibles, por un lado, y los logros y fines obtenidos por el otro.
- Eficacia: refiere solamente al nivel o grado en que se ha logrado alcanzar los objetivos propuestos
- Efectividad: Es la capacidad para lograr un objetivo, que se ha definido previamente y para el cual se han definido estrategias para llegar a él. (Diaz Lam, 2008)

### *Gestión de procesos*

La gestión de los procesos de negocio, se entiende como la aplicación de técnicas para modelar, gestionar y optimizar los procesos de negocio de la organización. Partiendo de que el proceso es la forma natural de organización, el modelado de los procesos permite establecer un flujo de trabajo dentro y entre funciones, para tratar de conseguir que, con la suma de los esfuerzos funcionales, se capturen los requerimientos del negocio para obtener un mejor entendimiento y facilitar la comunicación así como identificar las mejoras en los procesos con el objetivo de conseguir los objetivos de la organización, las expectativas y requerimientos de los clientes, de una forma eficaz y eficiente. (Markovic & Pereira, 2007 )

Un "Proceso de Negocio" es el flujo o progresión de actividades que se siguen para alcanzar algún objetivo del negocio. También se lo define como el conjunto de actividades que sirven para crear valor para el cliente, sea este un cliente externo o interno (otra área del negocio). Cada proceso tiene un dueño, que es el encargado del proceso. Este "dueño" es el encargado de que el proceso completo se lleve a cabo satisfactoriamente, vinculando tareas para formar un solo trabajo, asegurándose de que el proceso completo funcione bien. (Vargas & Marcelo Rocha , 2011)

Con la mejora de los procesos se consiguen menores costes, mayores beneficios, empleados motivados y clientes satisfechos (Underdahl, 2013), así como el logro de los objetivos de una organización a través de la administración, mejora y control de los procesos de negocio esenciales (J. & J., 2008).

Para hacer lo anteriormente señalado de forma estandarizada, se utiliza el BPM, una disciplina administrativa que trata a los procesos de negocios como activos, logrando los objetivos organizacionales a través de la definición, ingeniería, control y dedicación a la mejora continua de los procesos de negocios (BPM cbok, 2013).

### Descripción del Método

La clasificación de la presente investigación según (Hernández Sampieri, 2014) es por su nivel,

- Es exploratoria, porque no existe, al menos en el contexto de la empresa Ferrebaztan, un estudio formal sobre los procesos de negocio.
- Es descriptiva por que busca especificar los procesos y procedimientos requeridos para los trabajadores y que conozcan sus actividades y responsabilidades en cada puesto.
- Es correlacional porque pretende responder al grado de dependencia que existe entre las variables de estudio.
- Es no experimental debido a que el propósito de esta investigación no es la manipulación deliberada de las variables de estudio.
- Por la forma de recolectar la información, la investigación es de corte transversal porque los datos se obtuvieron en un momento único, sin el afán de conocer su evolución.

### Procedimiento

Al no contar con un registro previo de los procesos y procedimientos, se aplicó una encuesta a sus trabajadores de mando medio y directivos para conocer cómo se encuentra la empresa, concluyendo que su punto más frágil es en el enfoque basado en procesos, ya que la empresa no cuenta con una definición formal de los mismos, ni actividades definidas.

En la figura 1. Se muestra el proceso del área de Afilado, en este proceso están involucrados el Cliente, Ventas, Producción, Calidad, Cobranza y Transporte, el cual se divide en 5 etapas, siendo la primera la solicitud y recolección del producto, producción, Producto terminado, vaceo datos y seguimiento de pago. Este proceso inicia cuando el cliente solicita la recolección de su producto (en este proceso únicamente son gomas o hules), al tener el producto en el área de producción se realiza la recepción de material, para enviarlos al área de ventas y ahí se genera la orden de producción y de cotización para el cliente, el cliente envía una orden de compra (producción no puede trabajar hasta no tener esta hoja) para así el área de ventas poder realizar la factura, el área de producción inicia con el proceso, al terminar le avisa al área de calidad para revisar el producto terminado (en caso de no aprobar la pieza se realiza un retrabajo), al aprobar el producto se realiza el certificado de calidad. Al chofer se le entrega el producto, la factura, y el certificado de calidad (2 juegos), para entregarlos al cliente, el cual le va a firmar un juego de recibido y ese juego se debe entregar al área de calidad, para ellos vaciar la información de lo que se realizó (guardar en la carpeta certificado de calidad, orden de producción, recepción de material y copia de factura), se entrega al área de cobranza la factura para ella llevar acabo el seguimiento de pago, cuando el cliente realiza el pago, la factura se archiva.

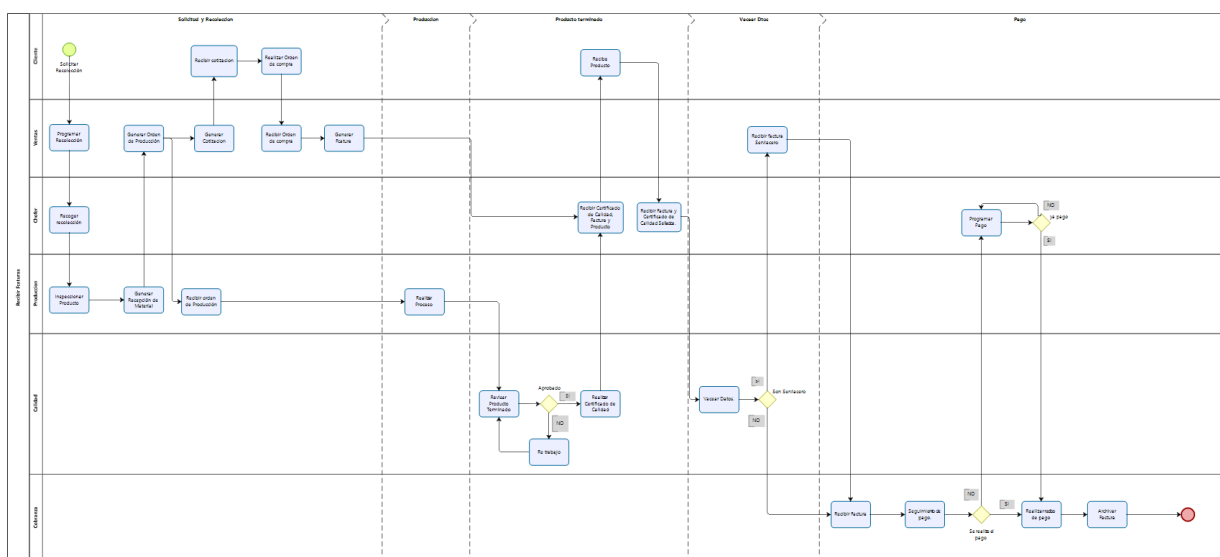


Figura 1. Va aquí la figura 1.

## Resultados

### Comentarios Finales

La importancia de establecer y documentar procesos y procedimientos no es sólo para tener una normativa, si no la generación de recursos maximizando la utilidad, reduciendo los costos adscritos a la empresa. De ahí que una empresa deba contar principalmente con actividades claramente definidas para evitar el retrabajo con procesos definidos y con una estructura de comunicación en la que no se generen variaciones para el resultado o duplicidad de las tareas. Es importante mencionar que la comunicación dentro de la empresa, la disponibilidad al dialogo y la capacitación generan fuertes lazos en todas los estratos del organigrama, ya que todo esto responde a la mejora de la competitividad de la empresa, teniendo así procesos más claros definidos y por ende más rápidos, con la correcta implementación de sistemas de control, se generan vías de comunicación y resultados sobresalientes en cualquier organización, la disciplina en poner en acción las recomendaciones y procesos que se generaron en la empresa Ferrebaztan sirven para generar un entorno económico más sobresaliente con resultados más satisfactorios, lo que ha reducido las reclamaciones, le ha dado claridad a los empleados, reducido el estrés y los paros de trabajo por falta de insumos, entre otros.

### Resumen de resultados

El mapeo de los procedimientos arrojó los puntos débiles dentro de la organización y aunque se contaba con puestos de trabajo y tareas asignadas, como resultado del modelado de proceso, los miembros de los departamentos ahora tienen claridad en su perfil de puesto y líneas de dialogo, educiendo problemas de tiempo y retrasos en los pedidos solicitados por los clientes.

Se definieron perfiles de puesto generando confianza de los empleados al conocer quién es el responsable de cada área, teniendo como resultado empleados incentivados que ahora no realizan duplicidad de operaciones. Actualmente la toma de decisiones es más clara, los procesos internos más efectivos, por lo que se puede ejecutar mejor el trabajo estableciendo. Los empleados son capaces de proponer mejoras en sus áreas de trabajo, por la claridad de la documentación de las actividades que realiza, así como la estructura de comunicación establecida, lo que lleva a generar mejores resultados

### Conclusiones

Se concluye que el enfoque basado en procesos para la medición de la eficacia, eficiencia y efectividad de la empresa Ferrebaztan, ayudaron de manera positiva para identificar las áreas de oportunidad y al mismo tiempo dio certeza de las actividades y responsabilidades que cada trabajador debe llevar a cabo.

Para que el análisis de procesos tenga éxito, se debe contar con un panorama de lo que realmente sucede en los procesos, lo que permite determinar las oportunidades que tiene la empresa para mejorar y emprender la mejor alineación hacia la cadena de valor.

### Recomendaciones

Es una tendencia generalizada la integración del enfoque de procesos como un requisito para el éxito organizacional, puesto que es clave para gestionar y dirigir una empresa con una cadena de valor encaminada a la eficacia, eficiencia y efectividad de las actividades, lo cual es valorado por el cliente.

De ahí la importancia que tiene el establecer procesos de negocio que coadyuven a determinar la manera en que la empresa opera, de otro modo, sólo se hace más complejo el panorama al tratar de implementar mejoras.

### Referencias

- BPM cbok. (2013). Guide to the business Process Management common Body of Knowledge.  
Diaz Lam, D. (Agosto de 2008). SID. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892008000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892008000200009)  
Gehisy. (03 de Febrero de 2010). Aprendiendocalidaddyadr. Obtenido de <https://aprendiendocalidaddyadr.com/principios-de-calidad-participacion-del-personal/>  
Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación . McGraw Hill.  
J., N., & J., J. (2008). Business Process Management, Practical Guidelines to succesful.  
Markovic, & Pereira. (2007 ). Towards a Formal framework for reuse in business process modelling. Australia.  
Martínez Martínez, A., & Cegarra Navarro, J. G. (2014). Gestión por procesos de negocio. Madrid : Ecobook .  
Preciado Mariscal, S. (Julio de 2016). Mejora de procesos de negocio en una empresa de implementacion de sistemas de informació. Guadalajara, Jalisco, Mexico.

TechTarget. (s.f.). ReachTarget, S.A DE C.V . Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Gestion-de-relaciones-con-los-proveedores-SRM>  
Underdahl, B. (2013). Gestión de procesos de negocio para Dummies . Copyright.  
Vargas, & Marcelo Rocha , C. (2011). Modelado de Procesos .

# MODELO SISTÉMICO DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

M.C. Benito Aguilar Juárez<sup>1</sup>, M.C. Víctor Javier Avilés Carranza<sup>2</sup> y  
 Ing. Héctor Arturo Alanís Mosqueda<sup>3</sup>

**Resumen**—El propósito de esta investigación es identificar y comprender la relación que existe entre los procesos operativos mediante los resultados del desempeño del servicio de mantenimiento y la relación con la gestión enfocada a implantar la mejora continua, mediante la participación del personal de mantenimiento, la ejecución del mantenimiento presenta expectativas cambiantes en las que se incluyen una creciente toma de conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los activos productivos (máquina productivas) afectan la eficiencia, conocida como Eficiencia General de los Equipos (de las siglas en inglés OEE, Overall Equipment Efficiency) la seguridad y el medio ambiente; para alcanzar una alta disponibilidad del activo, para que ofrezcan un alto volumen de producción con la mejor calidad, ya que de nada sirve obtener un excelente volumen de producción con baja calidad y con entregas no a tiempo al cliente.

**Palabras clave**—PDCA, Mantenimiento, OEE, Mejora continua.

## Introducción

En la actualidad muchas organizaciones continúan enalteciendo la capacidad de reacción ante situaciones inesperadas de fallo conocidas comúnmente como “apaga fuegos”, evitando situaciones de fallo catastrófico o pérdida de producción, sin preocuparse en desarrollar una capacidad para prevenir fallas. No se trata de que las organizaciones piensen que es la manera correcta de hacer y dar mantenimiento, si no que no cambian la manera de trabajar. Enfatizar, que el rol de un departamento de mantenimiento industrial es mantener los activos sin fallos para favorecer al flujo de valor. Estamos frente a la globalización que se está viviendo e impone un cambio de mentalidad hacia los conceptos de eficiencia y aprovechamiento de los recursos disponibles. Si en algo estamos de acuerdo ahora es que ser sostenible es tener rentabilidad y depende del propio esfuerzo. No hay duda de que aquellas empresas que sepan aprovechar el potencial de sus equipos y de su personal y que éstos trabajen motivados y alineados a los objetivos estratégicos, serán las que continúen avanzando

## Descripción del Método

En la siguiente figura se presenta la metodología propuesta para ejecutar las actividades de control y monitoreo PDCA (Imai 2007)

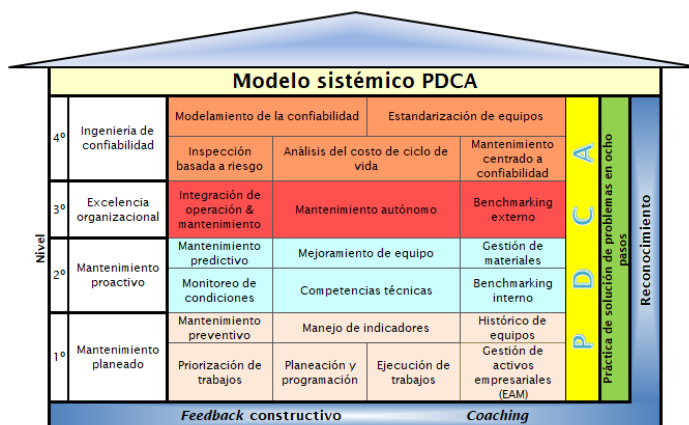


Figura 1. Metodología propuesta

<sup>1</sup> Benito Aguilar Juárez es Profesor del programa de Ingeniería y Tecnologías de Manufactura en la Universidad Politécnica de Guanajuato, México [baguilar@upgto.edu.mx](mailto:baguilar@upgto.edu.mx)

<sup>2</sup> El M.C. Víctor Javier Avilés Mosqueda es el líder de mejora continua en la planta de GKN Driveline planta Celaya, México [victor.aviles@gkndriveline.com](mailto:victor.aviles@gkndriveline.com)

<sup>3</sup> El Ing. Héctor Arturo Alanís Mosqueda es el responsable del departamento de mantenimiento en la planta de GKN Driveline planta Villagrán, México [hec\\_alanis@live.com.mx](mailto:hec_alanis@live.com.mx)



Se distingue el modelo por contener dos partes esenciales: la primera, la parte operativa y planeación sustentada en cuatro niveles, 1) Mantenimiento planeado y mantenimiento proactivo, 2) Excelencia organizacional, 3) Ingeniería de la confiabilidad y 4) Excelencia operacional, y la segunda parte son las herramienta claves para crear un ambiente laboral conectado con el personal, siendo tres de las habilidades con las que cuenta un líder de modo que al emplearlas fácilmente se llega al cumplimiento estratégico de la organización, siendo el feedback constructivo, coaching y reconocimiento, las tres habilidades son necesarias en el proceso ya que muestran mayor apertura al diálogo y conectan a la persona mediante la pertenencia. Es muy común, en épocas como la actual que las relaciones del poder jefe-empleado no sean del todo desagradables, y que la mayoría de las veces los objetivos propuestos no puedan llevarse a cabo dadas las constantes disputas que se establecen entre ambos. Unos, los jefes, se sienten con el pleno derecho de usar el poder con autoritarismo, mientras que los otros, los empleados, obedecen por temor (Stamateas, 2013). El objetivo del feedback es proporcionar al equipo la información necesaria que ayude en el progreso de cada miembro que lo integra, es la manera de ayudar a la gente a saber más sobre sí mismos, tomando conciencia de los efectos que su comportamiento tiene sobre los demás. El feedback es por lo tanto una buena forma de motivar a las personas, potenciando su autoestima y animándolos a seguir adelante (Pérez, 2012). La retroalimentación o feedback es esencial en cualquier relación que se basa en una comunicación abierta, de respeto y dispuesta a comunicar de forma continua aspectos que deben mejorarse o simplemente resaltar acciones positivas con el objetivo de promover y realzar los estándares deseados en la organización o del grupo (Cabrera, 2013). El Coaching es el arte de asistir a las personas para que logren sus objetivos, superando sus limitaciones y potenciando sus fortalezas. Es un proceso interactivo que permite a un coach (entrenador) asistir a su coachee (el cliente que percibe el coaching) a conseguir lo mejor de sí mismo. El coach, por lo tanto, contribuye a que la persona pueda llegar a una determinada meta a través de la utilización de sus habilidades y recursos propios de la manera más eficaz (Pérez Porto y Merino, 2012). El Reconocimiento, quien tenga equipos de trabajo a su cargo que no posea habilidades de liderazgo se limita a dar órdenes y pedir resultados, olvidando que quienes le colaboran no son máquinas sino personas. Por todo esto los empresarios deben estar supervisando constantemente a quienes les ha delegado esa valiosa responsabilidad de liderar a sus trabajadores. Los empresarios pueden detectar áreas de oportunidad en el manejo del personal mediante resultados de la encuesta de clima organizacional y a través de los medios de comunicación internos que los empleados utilicen para expresarse libremente (Sanchez Moreno, 2014).

### Comentarios Finales

Sobre la línea ocho de producción se proyectó escalar los tres niveles mediante la secuencia, seguimiento y participación de ingenieros, técnicos operadores y personal de staff, los cuatro niveles se transportaron al sistema PDC, acto seguido se recurrió a la validación por parte de la gerencia para tener su autorización y realizar la difusión previa a la aplicación, sin olvidar la continua evaluación, seguimiento y registro para la obtención de datos, Como se muestra el modelo en sus cimientos, durante el desarrollo fue necesario considerar la llave clave para el tacto humano siendo la aplicación de feedback constructivo, coaching y reconocimiento, con el personal involucrado en la medida que las etapas se desarrollaron.

### Resumen de resultados

Los resultados de la investigación incluyen tres rubros (rendimiento, disponibilidad y calidad) se extrajeron los datos de los registros históricos de producción correspondientes al segundo semestre del 2015 hasta el año 2018, en la tabla 1. Se muestra el concentrado de unidades en horas que corresponde a los resultados del segundo semestre de 2015 sobre las líneas de producción del estudio.

Tabla 1. Horas del segundo semestre de 2015.

Segundo semestre 2015	Disponibilidad						Rendimiento		Calidad	
	Hrs Laboradas		Hrs CDM		Hrs Mtto		Producción (pzas.)		Desechos (pzas)	
	L3	L8	L3	L8	L3	L8	L3	L8	L3	L8
jul-15	657.0	443.3	76.4	38.3	47	22	44989	53741	993	572
ago-15	686.3	536.6	80.4	37.0	50	37	51270	68025	652	550
sep-15	455.8	433.3	59.9	52.0	11	4.7	33108	57692	613	762
oct-15	548.2	582.1	66.7	49.3	34	25	39209	75062	796	227
nov-15	520.1	540.0	55.8	48.3	13	18	36925	71893	807	354
dic-15	438.2	385.2	42.7	46.7	22	3.4	32075	53465	561	167

Fuente: Elaboración propia con dato de la empresa.

Los datos de la tabla 2. Muestra el OEE en el segundo trimestre del 2015 sobre la línea 3 y línea 8, donde el rango de OEE para la línea a 3 representa 69.4% a 76.2% y para la línea 8 el rango es de 76.5% a 78.8%, recordando que el objetivo es obtener un 85% en la línea 8 para el final del segundo semestre del 2016 mediante la aplicación del modelo PDCA.

Tabla 2. Resultantes de OEE en segundo semestre de 2015.

Segundo semestre 2015	Disponibilidad		Rendimiento		Calidad		OEE	
	L3 %	L8 %	L3%	L8 %	L3 %	L8%	L3	L8
jul-15	84.2%	88.1%	84.2%	88.1%	97.8%	98.9%	69.4%	76.7%
ago-15	84.0%	87.8%	84.0%	87.8%	98.7%	99.2%	69.6%	76.5%
sep-15	86.6%	88.4%	86.6%	88.4%	98.1%	98.7%	73.6%	77.2%
oct-15	84.4%	88.7%	84.4%	88.7%	98.0%	99.7%	69.9%	78.4%
nov-15	88.3%	89.0%	88.3%	89.0%	97.8%	99.5%	76.2%	78.8%
dic-15	87.1%	88.5%	87.1%	88.5%	98.3%	99.7%	74.5%	78.1%

Fuente: Elaboración propia con dato de la empresa

Con la implementación del modelo sobre el tercer nivel y dentro del segundo semestre de del año 2016, se obtuvo la base de horas totales, como se muestra en la tabla 3. Sobre la disponibilidad.

Tabla 3. Horas dedicadas en primer trimestre de 2016

Primer semestre 2016	Disponibilidad						Rendimiento		Calidad	
	Hrs Laboradas		Hrs CDM		Hrs Mtto		Producción (pzas)		Pzas. de desecho	
	L3	L8	L3	L8	L3	L8	L3	L8	L3	L8
ene-16	529.3	509.6	60.7	27.4	14	8.4	37071	72042	961	116
feb-16	555.6	416.0	61.9	27.4	7.1	3.4	40521	59124	515	289
mar-16	535.4	452.2	46.0	22.0	48	25	37954	55307	626	781
abr-16	620.2	458.3	66.1	18.6	12	8	44075	60172	1006	342
may-16	660.6	437.9	67.6	18.5	32	19	45292	55527	1165	394
jun-16	603.7	455.4	61.4	20.7	18	8.1	44426	61138	786	1160

Fuente: Elaboración propia con dato de la empresa

En la tabla 4. Se muestra el producto del OEE sobre el primer trimestre del 2016 en las líneas 3 y 8, en la cual se muestra que al aplicar el modelo a la línea 8, se presenta un incremento en la disponibilidad y a su vez en la eficiencia pasando el OEE del 77.6% en 2015 al 85.7% del 2016.

Tabla 4. Horas dedicadas en primer trimestre de 2016

Primer semestre 2016	Disponibilidad		Rendimiento		Calidad		OEE	
	L3 %	L8 %	L3%	L8 %	L3 %	L8%	L3 %	L8 %
ene-16	87.7%	93.4%	87.7%	93.4%	97.4%	99.8%	74.9%	87.2%
feb-16	89.0%	93.1%	89.0%	93.1%	98.7%	99.5%	78.1%	86.3%
mar-16	85.1%	90.6%	85.1%	90.6%	98.4%	98.6%	71.2%	80.9%
abr-16	88.9%	94.5%	88.9%	94.5%	97.7%	99.4%	77.2%	88.8%
may-16	86.9%	92.1%	86.9%	92.1%	97.4%	99.3%	73.6%	84.2%
jun-16	88.4%	94.1%	88.4%	94.1%	98.2%	98.1%	76.8%	86.8%
Promedio:							75.3%	85.7%

Fuente: Elaboración propia con dato de la empresa

Al considerar que el sistema implementado pasó por la fases de viabilidad, planificación ejecución, seguimiento y control, sin olvidar que el modelo de implementación es un modelo sistémico PDCA dirigido a ejercer un cambio planeado en un proceso y a través del personal de mantenimiento, para hacerlo efectivo, estable y con proyección de mejora continua, para analizar lo comprendido de dicha fecha hasta el acumulado del 2018 como se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5. Comportamiento 2016. 2017 y acumulado 2018.

Segundo semestre 2016			Año 2017			Acumulado al 2018					
Mes	Horas disponibles para producir	Horas de mantenimiento	% Afectación a la disponibilidad	Mes	Horas disponibles para producir	Horas de mantenimiento	% Afectación a la disponibilidad	Mes	Horas disponibles para producir	Horas de mantenimiento	% Afectación a la disponibilidad
Jul-16	399.5	0	0.00%	ene-17	599.4	11.26	2.21%	ene-18	199.2	16.18	3.25%
ago-16	370.3	0.5	0.10%	feb-17	562.2	2.39	0.48%	feb-18	133.9	2.74	1.58%
sep-16	346.2	0.25	2.08%	mar-17	585.9	17.07	2.95%	mar-18	500.6	9.1	1.62%
oct-16	309.1	18.51	5.64%	abr-17	500.0	1	0.20%	abr-18	161.1	3.08	0.66%
nov-16	476.7	4.27	0.90%	may-17	372.3	3.42	0.60%	may-18	722.5	3.86	0.74%
dic-16	341.4	8.46	2.48%	jun-17	416.3	5.57	1.34%	jun-18	501.4	5.5	1.10%
				Jul-17	435.0	1.24	0.37%	Jul-18	293.6	4.19	1.43%
				ago-17	456.8	13.83	3.03%	ago-18	190.9	12.33	2.86%
				sep-17	445.9	13.8	3.10%	sep-18	116.5	7.19	2.27%
				oct-17	494.4	8.11	1.76%				
				nov-17	442.9	7.52	1.67%				
				dic-17	330.9	11.49	3.58%				

Fuente: Elaboración propia con dato de la empresa

Así mismo se puede analizar el comportamiento en la afectación a la disponibilidad de los equipos a lo largo del tiempo considerado del 2015 al 2018 como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfico 1 Afectación a la disponibilidad



Fuente: Elaboración propia con dato de la empresa

El departamento de manufactura integra al departamento de mantenimiento a dar el voto de confianza sobre las marcas de los componentes de reciente adquisición, para el presente estudio ya que el departamento de manufactura, considera otras variables como son: tiempos para el cambio de modelo, tipos de servicios que ofrece el proveedor, cuellos de botella, habilidad etc...

**Conclusiones**

Los resultados demuestran la necesidad de una nueva forma de trabajar ya que se hace notar que el especialista de mantenimiento no estaba siendo reconocido por sus logros, con el modelo propuesto se ha mejorado, la ejecución, la comunicación, la conexión bilateral líder-especialista, es decir se deja entre dicho que el departamento ha pasado de un ambiente autocrático a uno democrático con el respectivo *coaching*, *feedback* constructivo y reconocimiento, sin sobrepasar las estrategias de la empresa. Así mismo al hacer partícipe el personal operativo se ha favorecido, la participación, la comunicación, la escucha a sus peticiones y necesidades y por ende se obtiene mejoría en la eficiencia. Se concluye, que es evidente que al mejorar en las horas de la disponibilidad dentro de un proceso productivo se obtienen excelente beneficio sobre la eficiencia, a decir verdad, hacer uso de modelos PDCA se mejoró el indicador de la disponibilidad, ya que de 3.4% pasó a 2.4%, por ello podemos concluir que el indicador de la disponibilidad de los activos se mejora con el uso del modelo sistémico PDCA.

### *Recomendaciones*

El cuarto nivel del modelo, siendo la ingeniería de confiabilidad, se deja como recomendación para dar continuidad y cierre, actualmente se están ejecutando en conjunto con otros departamentos. La justificación mayormente ponderable, es debido a que, al proyectar el mantenimiento centrado en confiabilidad, se detecta que esto implica dar capacitación a un equipo multidisciplinario, la inspección basada en riesgo y el análisis de costo de ciclo de vida, es una serie de adecuaciones a los procedimientos que se están realizando mediante el sistema integral de gestión. Este nivel es una labor, sobre la cual se continua desarrollando la capacidad de negociación además de la participación continua de ingenieros, buscando el mismo objetivo producir un producto de calidad que satisfaga los requerimientos del cliente en tiempo y forma.

### **Referencias**

- Dounce Villanueva, E. (2007). "La productividad en mantenimiento industrial", México D.F, Grupo Editorial Patria
- Imai, M. (2007). KAIZEN, "La clave de la ventaja competitiva japonesa". México, DF, Grupo Editorial Patria.
- Jeffrey, L., & David, M. (2008). "El talento Toyota" . (M. Chávez Garcia, Trad.) Cd. de México, DF, México: Mc Graw Hill.
- Rother , M. (2009). Toyota kata. México: McGraw-Hill.
- Ruiz-Falcó Rojas, A. (Marzo de 2009). "Herramientas de Calidad" . Madrid, España
- Moubray, J. (2004). "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Vol. II) ". (S. y. Ellmann, Trad.) Asheville, North Carolina, USA: Aladon.

# Análisis hidrológico-hidráulico de la cuenca urbana Bernárdez, Guadalupe, Zacatecas

Dr. Francisco Aguilar Ortega<sup>1</sup>, Dr. Baudelio Rodríguez González<sup>2</sup>,  
Dr. Roberto Gaytán Bautista<sup>3</sup>, M.I. Dagoberto Chavez Carlos<sup>4</sup>,  
M.I. Oscar Antonio Dzul García<sup>5</sup> y M.C. Consuelo Amparo Caldera Briseño<sup>6</sup>

**Resumen**— En las zonas urbanas es frecuente la modificación del uso de suelo en la cuenca y la alteración de la red de drenaje, originando problemas recurrentes de inundaciones en las zonas marginales de los cauces modificados. Se presenta el caso de estudio hidrológico e hidráulico para el sistema pluvial de la cuenca del Fraccionamiento Bernárdez en la Ciudad de Guadalupe Zacatecas. Se aplicó el método hidrológico HEC-HMS para determinar los hidrogramas de escurrimiento y el modelo hidráulico HEC-RAS para analizar la capacidad hidráulica para periodo de retorno de 20 años. Los resultados numéricos determinan una avenida de 12.9 m<sup>3</sup>/s con capacidad suficiente del sistema pluvial.

**Palabras clave**— Sistema pluvial, hidrología urbana, HEC-RAS, Zacatecas.

## Introducción

En la microcuenca de Bernárdez se presenta un crecimiento urbano acelerado, el uso de suelo está cambiando de pastizal natural a una reducción drástica y su transformación a uso habitacional. La hidrología superficial ha sufrido cambios en años recientes, ahora el escurrimiento superficial generado en la microcuenca se ha incrementado por el cambio de uso de suelo, urbanización y la construcción de obras civiles, como caminos, puentes y alcantarillas. En la parte baja del cauce principal de la microcuenca se ha reducido su área hidráulica por la construcción de viviendas en las márgenes del cauce y el depósito de azolves. Esta modificación acelerada de la microcuenca y el cauce principal ha generado una reducción en el tiempo de escurrimiento y un incremento en su volumen. En este estudio se presentan los estudios hidrológico e hidráulico para entender el funcionamiento de la capacidad del sistema de drenaje para plantear acciones de prevención de inundaciones en la microcuenca de Bernárdez (Dzul y Aguilar, 2015).

El área de estudio se localiza en la zona conurbada Guadalupe – Zacatecas en las coordenadas N22° 45' 24.6'' W102° 31' 44.1''. Es una cuenca exorreica de superficie 3.3 Km<sup>2</sup> con un creciente cambio de uso de suelo de pastizal a urbano.

## Objetivo

Realizar el estudio hidrológico e hidráulico para revisar la capacidad del sistema de drenaje en la zona de Bernárdez en Guadalupe, Zacatecas, proponer alternativas estructurales para el mejoramiento del funcionamiento hidráulico.

## Métodos y Materiales

Para el desarrollo del estudio hidrológico-hidráulico, se emplearon herramientas de generación, procesamiento, depuración e integración geoespacial en un Sistema de Información Geográfico (SIG), modelado computacional

<sup>1</sup> El Dr. Francisco Aguilar Ortega es docente-investigador en la licenciatura de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

<sup>2</sup> El Dr. Baudelio Rodríguez González es docente-investigador en la licenciatura de Ciencias Ambientales de la Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

<sup>3</sup> El Dr. Roberto Gaytán Bautista es docente-investigador en la Maestría en Ingeniería Aplicada con orientación en Recursos Hidráulicos de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

<sup>4</sup> El M.I. Dagoberto Chavez Carlos es docente-investigador en el programa de Topografía e Hidrografía y Maestría en Ingeniería Aplicada con orientación en Recursos Hidráulicos de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

<sup>5</sup> El M.I. Oscar Antonio Dzul García es docente-investigador en la Maestría en Ingeniería Aplicada con orientación en Recursos Hidráulicos de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. [oadzul@gmail.com](mailto:oadzul@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>6</sup> La M.C. M.C. Consuelo Amparo Caldera Briseño es docente-investigador en la Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

del estudio hidrológico HEC-HMS para la caracterización hidrológica y obtener los gastos máximos para 2, 5 y 20 años de período de retorno. Se plantea el proceso para la determinación de las lluvias de diseño a partir de los registros máximos de lluvia en 24 horas de la CONAGUA. Se empleó el modelo hidráulico HEC-RAS para determinar la extensión de inundación y tirante para determinar la capacidad hidráulica del sistema.

*Modelo Hidrológico HEC-HMS.* Sistema de Modelación Hidrológica HMS, desarrollado por Hydrologic Engineer Center del US Army Corps (USACE HEC-HMS, 2000), es una herramienta computacional para simular el proceso lluvia-escorrentamiento mediante diversos modelos, entre ellos, el método para cálculo de pérdidas del Servicio de Conservación de Suelos (SCS, 1972) actualmente NRCS, Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Simula diferentes sistemas de cuencas (naturales y urbanas), desarrollado para la simulación de eventos hidrológicos aislados o simulación continua.

El proceso de simulación empleado en HEC-HMS en la secuencia y los métodos aplicados en el estudio:

- Análisis probabilístico de las lluvias extremas en la cuenca y cálculo de la tormenta de diseño en la cuenca para diferentes períodos de retorno.
- Modelo de la cuenca.
- Modelo de abstracciones de la precipitación: Método del Número de Curva.
- Simulación y obtención de los hidrogramas para los períodos de retorno.

*Proceso lluvia-escorrentamiento:* Para la transformación lluvia-escorrentamiento se empleó el método del Número de Curva ( $N$ ). Partiendo del concepto de lluvia efectiva  $P_e$ , es menor o igual a la precipitación total  $P$ ; la retención acumulada  $F_a$ , es menor o igual que la retención potencial máxima  $S$  y el escurrimiento potencial  $P - I_a$ . La hipótesis básica del método es la consideración de proporcionalidad entre la retención y escurrimiento  $\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$

Al realizar el balance de la infiltración, la precipitación y el escurrimiento superficial  $P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$ . La abstracción inicial está relacionada con el potencial de retención máxima del 20%, se tiene  $I_a = 0.2 S$ . Por tanto, el exceso acumulado en el tiempo  $t$  es  $P_e = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S}$

La retención máxima,  $S$ , y las características de la cuenca son relacionadas como un parámetro intermedio, el Número de Curva. De esta manera, a la precipitación total se descuentan las abstracciones, obteniendo el hietograma de precipitación efectiva para el proceso de transformación lluvia-escorrentamiento y la determinación del hietograma.

El potencial de retención máxima se expresa  $S$  es el potencial de retención máxima y se relaciona con el Número de Curva  $S = \frac{25400}{P - I_a + S}$ . El rango de valores de  $N$  de 100 (cuerpos de agua) hasta aproximadamente 30 para suelos permeables con altas tasas de infiltración. La lluvia efectiva descargada en el punto de salida de la cuenca

$$P_e = \frac{\left(\frac{P - 508}{N} + 5.08\right) 25400}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

La determinación de  $N$  requiere conocer la combinación de cobertura y uso del terreno que predomina, el grupo hidrológico, suelo-vegetación, así como sus condiciones antecedentes de humedad denominada Condición Hidrológica indica los efectos del tipo de cobertura, el tratamiento de la infiltración, el escurrimiento y de los grupos hidrológicos (A, B, C y D) de acuerdo a su textura.

Para la estimación del  $N$  de la cuenca se estima como una función del uso de suelo, tipo de suelo y del índice de humedad antecedente en la cuenca.

Para la cuenca de estudio, que está conformada por varios tipos de suelo y usos de suelo, se determina el  $N$  ponderado calculado como  $N_p = \frac{\sum A_i N_i}{\sum A_i} - 254$  donde:  $N_p$  es el Número de Curva ponderado para la cuenca;  $i$  = un índice de los polígonos de la cuenca con usos de suelo y tipo de suelo uniforme;  $N_i$  el número de curva para el polígono  $i$ ; y  $A_i$  el área de drenaje del polígono  $i$ .

El valor de la lluvia en exceso depende del contenido de humedad en el suelo en el instante en que se presenta la tormenta. El concepto humedad antecedente (C.H.A.) para la cual se tienen tres niveles de acuerdo a la cantidad de lluvia ocurrida en los cinco días antecedentes: CHA I (Seca), CHA II (Media) y CHA III (Húmeda).

Para el proceso lluvia-escorrentamiento a la precipitación efectiva se aplica un modelo hidrológico de transformación a escurrimiento para el cálculo de los gastos e hidrogramas. Se aplicó el modelo del hidrograma unitario adimensional del SCS, que es un hidrograma unitario sintético, expresando el gasto como la relación del gasto unitario  $q$  al gasto unitario pico  $q_p$  y el tiempo como la relación del tiempo al tiempo pico  $t/T_p$ . (Chow et. Al, 1994). Para su manejo, se requiere determinar el tiempo de retraso  $T_r$ , tiempo entre el gasto pico y el tiempo del centroide del hietograma de lluvia efectiva. Para cuencas no aforadas, se emplean relaciones basados en el tiempo de concentración de la cuenca  $T_c$ . Para cuencas pequeñas naturales con cauces bien definidos y pendientes entre

2% y 10%, se utiliza la ecuación de Kirpich. Este valor es estimado a partir de la pendiente media del cauce y de la longitud del cauce  $T_c = 0.0003245 \left[ \frac{L_c}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$  donde:  $T_c$ , tiempo de concentración (minutos),  $S$  pendiente del cauce, adimensional y  $L_c$  es la longitud del cauce, metros.

**Análisis estadístico de la lluvia.** Con la serie anual de lluvias máximas diarias de la estación de referencia, se realiza el análisis de frecuencias para las funciones de distribución de probabilidad Exponencial, Gamma, Gumbel, LogNormal, Nash, Normal y Pearson III para determinar la lluvia de diseño asociada a diferentes períodos de retorno (5, 10, 20 años). La función de distribución de probabilidad seleccionada para el menor error cuadrático de ajuste. Para el análisis de intensidad de lluvia asociada a diferentes duraciones, se transforma la lluvia máxima en 24 horas en registros de corta duración. Se utilizó el cociente R, se define como la relación entre la lluvia de una hora y la altura de lluvia de 24 horas ambas para el mismo período de retorno. De acuerdo a Campos Aranda (1999), para México  $P_1^T = 0.48 P_{24}^T$  donde:  $P_1^T$  es la altura de lluvia (mm) para una duración de una hora y un período de retorno  $T$ ,  $P_{24}^T$  altura de lluvia (mm) para una duración de 24 horas y período de retorno  $T$ . Con esta expresión se determina la lluvia asociada a la duración de tormenta de una hora. Bell (1969), determinó cocientes estables entre la lluvia de una hora y un período de retorno de 10 años y la lluvia de igual duración pero con diferente período de retorno; posteriormente, al combinar las relaciones duración-lluvia con los cocientes frecuencia-lluvia para obtener una relación general de precipitación-duración-período de retorno, definida por  $P_t^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54 t^{0.25} - 0.50)P_1^{10}$  si  $2 \leq T \leq 100$  años,  $2 \leq T \leq 100$  minutos, donde  $P_t^T$  Precipitación (mm) de duración  $t$  y período de retorno  $T$ ,  $P_1^{10}$  es la precipitación (mm) de duración una hora y período de retorno  $T$ . Con esta expresión se generaron las curvas intensidad-duración-período de retorno.

**Modelo hidráulico HEC-RAS.** Se utilizó la herramienta HEC-RAS (River Analysis System) del Hydrologic Engineer Center del US Army Corps, es un modelo unidimensional para el cálculo del flujo gradualmente variado mediante la solución de la ecuación de la energía, considera las pérdidas de energía por resistencia al flujo en el tramo del cauce de estudio y las asociadas a la expansión y contracción del flujo. El modelo emplea las ecuaciones de flujo rpidamente variado para simular la incorporación los efectos de puentes, incorpora la solución de la ecuación de momentum (USACE HEC-RAS, 2010).

El modelo HEC-RAS parte de la generación del tramo del cauce de estudio y la integración de secciones transversales, se obtienen los parámetros hidráulicos para el cálculo de las condiciones del flujo analizado. La ecuación de resistencia de flujo emplea el coeficiente n de Manning. El modelo emplea condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo, especificando condiciones del tirante (normal o crítico).

**Generación de SIG de la zona de estudio.** El estudio partió con visitas de campo para conocer las condiciones actuales de funcionamiento del sistema hidrológico e hidráulico, se levantó la configuración de las obras de drenaje, se determinaron las direcciones de escurrimiento superficial en las calles, realizaron entrevistas y revisaron fuentes de información periódica para obtener registros de afectaciones por inundaciones. Se generó un Sistema de Información Geográfica de la zona de estudio, empleando el continuo de elevación mexicano (15 metros de resolución de celda), cartografía digital temática, capas vectoriales de uso de suelo, tipo de suelo, escala 1:50000 (INEGI, 2015)

Con la posible problemática, se realizó el levantamiento topográfico trazo, perfil y secciones transversales del cauce principal y obras de drenaje.

**Delimitación de la cuenca general:** Empleando información topográfica de curvas de nivel para la zona natural y direcciones de flujo en las calles correspondiente a la zona urbana. A partir de la definición del punto de salida de la cuenca se realizó la delimitación de la cuenca y se calcularon sus propiedades geométricas y geomorfológicas. Entre los principales parámetros, área 3.3 km<sup>2</sup>, perímetro 9.01 km, 3.5 Km de longitud de cauce principal y pendiente de 3.3%. En la figura 1 se muestra la delimitación de la cuenca.

Para el modelo hidrológico HEC-HMS, se crearon las coberturas del uso de suelo, edafología y geología y generaron las bases de datos.

Los principales usos de suelo corresponde a Pastizal natural, nopaleras, matorral espinoso (PN-No-Me) y Mezquital, nopalera, pastizal natural (Me-No-Pn) se indican en el Cuadro 1.

Uso de suelo	Unidad cobertura	Área, Km <sup>2</sup>	%
Asociaciones Especial de Vegetación	Pn-No-Me	2.80	84.85
Pecuario	Me-No-Pn	0.50	15.15

Cuadro 1. Uso de suelo.

Considerando que la unidad de suelo se compone de litosoles, la cobertura de pastizal pobre, la textura media, terreno ondulado a montañoso y que en la actualidad el desarrollo urbano del municipio de Guadalupe alcanza gran parte de estos suelos.

La distribución de los diferentes tipos de suelos sugiere una buena capacidad de almacenamiento y conducción de agua, que se confirma con distribución edafológica: se trata de suelos con textura media (2) y ligeramente planos-ondulados (a) con tendencia montañoso (c), Cuadro 2.

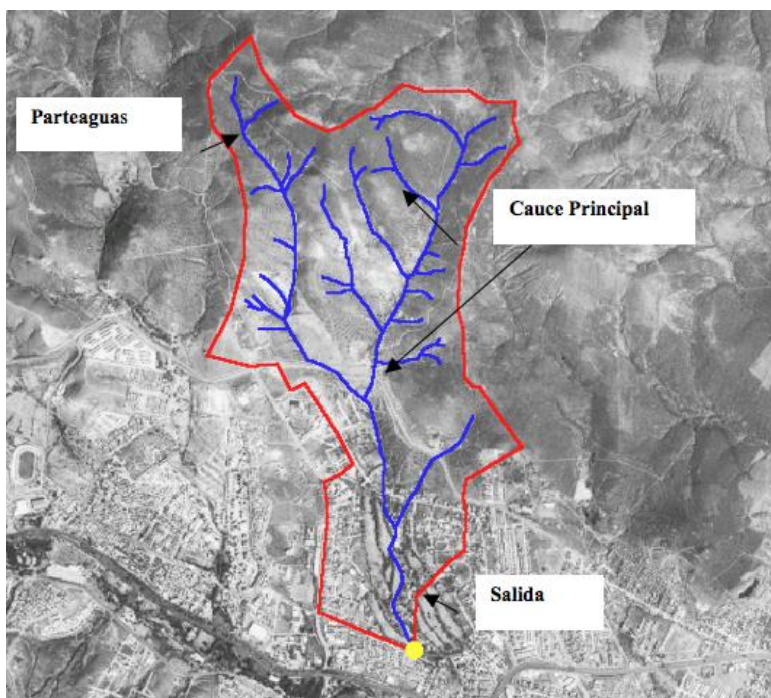


Figura 1. Cuenca de Bernárdez.

Unidad de suelo	Clave	Área, Km <sup>2</sup>	%
Litosol Eutrúico	Le 2a y 2c	3.05	92.42
Fluvisol Calcárico	Jk 2a	0.25	7.58

Cuadro 2. Unidades edafológicas.

Para la implementación del método del número de curva se determinaron los grupos hidrológicos, siendo el tipo C predominante (90%) C y 10% del grupo D. En ambas clasificaciones de suelos implica bajas tasas de infiltración y alto potencial de escurrimiento. Aplicando un promedio ponderado para los diversos usos de suelo, se calculó un valor del número de curva ponderado  $N = 79$ . Para el modelo de abstracción se consideró la condición de humedad antecedente tipo II y abstracción inicial del 5% de la retención potencial máxima, valor reportado por Bañuelos, 2012 para cuencas áridas del estado de Zacatecas.

*Tiempo de concentración:* Esta variable está asociado al tiempo necesario para que los escurrimientos provenientes del punto mas alejado de la cueca drenen al punto de salida, corresponde a la condición de máximo escurrimiento, generando los gastos máximos. El tiempo de concentración de la cuenca es de 55 minutos.

*Análisis de los datos de lluvia.* Con la información de la red de estaciones climatológicas de la CONAGUA, se aplicó el método de polígonos de Thiessen para identificar la estación de influencia, se ubicó la estación “La Bufa”. Los valores de precipitación considerados para el registro (1953-2016) y siendo su lluvia media anual de 446.60 mm. Con la serie anual de lluvias máximas diarias de la estación, se realizó el análisis de frecuencias para las funciones de distribución de probabilidad Exponencial, Gamma, Gumbel, LogNormal, Nash, Normal y Pearson III, para determinar la lluvia de diseño asociada a diferentes períodos de retorno (5, 10, 20, años). El mejor ajuste obtenido fue la distribución LogNormal que presenta un menor error cuadrático de ajuste. Para la generación de las curvas-intensidad-duración-período de retorno, se realizaron las correcciones al valor representativo de lluvias en 24 horas. Se relacionó la intensidad de la lluvia para diferentes períodos de retorno y duración de tormenta. Se analizó la relación de lluvia de 24 horas en registros para duraciones menores a una hora. Con la lluvia de diseño se



realizó el ajuste por superficie de la cuenca y su tiempo de concentración. Para la distribución de la tormenta, se revisaron pluviogramas y se consideró aplicar una curva de lluvia de distribución  $S$  tipo II, con la información de la curva  $i-d-T$  de la estación de referencia. En el cuadro 3 se muestran los valores de la lluvia para los periodos de retorno, lluvia máxima en 24 horas y la lluvia ajustada para duración igual al tiempo de concentración.

T, años.	Hp, 24h	Hp, mm.
5	57.0	19.8
10	65.9	22.9
20	74.5	25.9

Cuadro 3. Lluvias de diseño.

En la simulación hidrológica se empleó una discretización temporal de 5 minutos, los hidrogramas obtenidos se muestran en la Figura 2. Para los periodos de retorno de 5, 10 y 20 años se tiene un gasto máximo de 6.3, 10.7 y 12.8 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

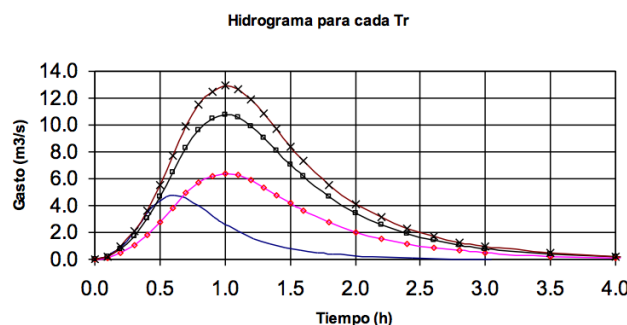


Figura 2. Hidrogramas para los periodos de retorno considerados.

**Modelo hidráulico HEC-RAS.** Para el modelo hidráulico se empleó información del levantamiento topográfico, trazo, perfil y secciones transversales del cauce y la configuración de estructuras hidráulicas. En la Figura 3, se muestra el perfil en la parte baja urbanizada de la cuenca correspondiente al cauce con mayor contracción. Se generó la capa vectorial de la rugosidad del terreno con los polígonos que definen la rugosidad de Manning, se tomó un valor  $n = 0.075$  para el cauce, textura y granulometría media. Para los márgenes  $n = 0.25$  por la presencia de obstrucciones y vegetación del tipo matorral. Para las llanuras de inundación, se tiene una topografía plana y con presencia de vegetación  $n = 0.15$ . Para definir las condiciones de frontera, se analizaron las características del cauce en los puntos extremos. Al no existir estructuras que modifiquen el flujo hidráulico, se consideró la condición de flujo uniforme con pendiente 0.016 aguas arriba y 0.018 aguas abajo. A partir de los hidrogramas y los gastos máximos se realizó la simulación hidráulica analizando la condición de flujo a régimen no permanente en un tipo de régimen mixto para evaluar las condiciones hidráulicas en las secciones. En la Figura 4 se muestra los resultados de la extensión de inundación.

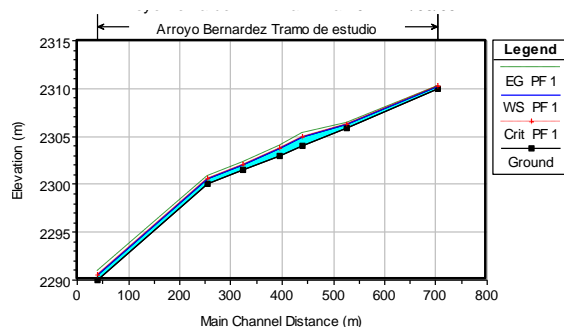


Figura 3. Perfil topográfico para la simulación.

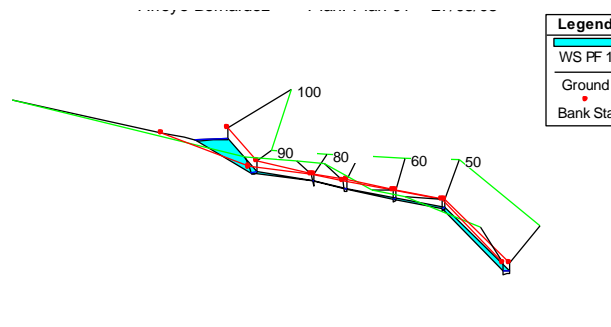


Figura 4. Perfil hidráulico de la zona de interés.

El principal resultado del modelo hidráulico es la delimitación de la zona de inundación en el cauce para las lluvias con un periodo de retorno determinado. De la revisión de los resultados de la simulación en régimen mixto,

permitió determinar las condiciones hidráulicas en las secciones transversales y en las alcantarillas. el perfil hidráulico para  $T = 50$  años se presentan condiciones de flujo subcrítico en el tramo de estudio, tirante máximo de 1.02 m en la sección de mayor contracción con una capacidad de llenado del 52% (0.98 m menor a la corona del dren) por tanto se cuenta con la suficiencia hidráulica para transitar el gasto analizado sin generar remanso y desborde hacia la zona urbana. Las velocidades de flujo entre 0.8 y 1.2 m/s menor a la máxima erosiva en el fondo del cauce.

### Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se revisó la capacidad hidráulica del sistema de drenaje en la zona urbana de Bernárdez en Zacatecas, México. el elemento central del trabajo se centró en desarrollar el proceso de análisis hidrológico e hidráulico, el primero para determinar los volúmenes de escurrimiento y el segundo para delimitar la zona de afectación y el nivel máximo de inundación para eventos de lluvia para períodos de retorno de 5, 10 y 20 años. Del análisis presentado anteriormente se concluye que la avenida de diseño de la obra de encauzamiento sea de 12.8 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un periodo de retorno de 20 años.

La simulación permitió determinar la no afectación de zonas críticas de posible desborde. Para incrementar la capacidad hidráulica del sistema del sistema se propone realizar trabajos de desazolve y limpieza de vegetación. Esta medida estructural solo implica la remoción de material respecto a otras alternativas de sobre elevación del dren y al costo asociado a la afectación a la infraestructura urbana por efecto del desborde. Esta medida garantiza la capacidad del sistema para tormentas menores a período de retorno de 20 años.

Se recomienda realizar estudios de hidráulica fluvial para analizar la estabilidad geomorfológica en el cauce, esto es, posible erosiones por efectos de la modificación del cauce.

Para direccionar suavemente al flujo, se recomienda conservar la curvatura del muro de mampostería a una distancia de 28 metros aguas abajo de la sección contraída.

Durante las primeras avenidas se recomienda realizar visitas de inspección con el fin de determinar las condiciones de la infraestructura civil y en casos de erosión incipiente proponer obras de protección marginal

### Referencias

- Bañuelos R. E. (2012). "Determinación de la respuesta hidrológica continua de una region semiárida, empleando el método del NC-SCS modificado". Tesis. Maestría en Ingeniería Aplicada, Universidad Autónoma de Zacatecas, México.
- Chow V. T. (1988). "Applied hydrology". McGraw-Hill, Inc. New York.
- Dzul García O.A. y Aguilar Ortega, F. (2015). "Estudio hidrológico e hidráulico de la microcuenca de Bernárdez," Informe, Universidad Autónoma de Zacatecas.
- USACE HEC-HMS. (2000). "Hydrological Modeling Systems, HEC-HMS", Technical Reference Manual. Hydrological Engineering Center, U. S. Army Corps of Engineers, U. S. A. pp. 149.
- USACE HEC-RAS. (2010). *River Analysis Systems User's Manual*. Hydrological Engineering Center, U. S. Army Corps of Engineers, U. S. A, 2002.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía E Informática (INEGI). Sistema de Descargas Del Continuo de Elevaciones Digitales (CEM), *Continuo de Elevación Mexicano F13B58*. INEGI, Aguascalientes, México. Consultada en 8 de marzo de 2015. Dirección de internet: <http://inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspxmapser>.

# Aula virtual síncrona itinerante: Una experiencia en educación superior

MSC Javier Aguilar Parra<sup>1</sup>, MATI Jesús Hernández Cosío<sup>2</sup>,  
MSC Jaime Suarez Villavicencio<sup>3</sup>, MSC Elvia Esthela Aispuro Félix<sup>4</sup> y LC Jesús Pérez Reyes<sup>5</sup>

**Resumen**— En las instituciones educativas de educación superior en la actualidad es importante y fundamental la existencia de Aulas Virtuales Síncronas (AVS), ya que estas ofrecen la oportunidad de trabajar en tiempo real de manera colaborativa, interna y externamente con otras instancias educativas, para realizar actividades académicas tales como conferencias, clases, talleres, simposios, intercambio de experiencias entre grupos escolares, exámenes de titulación de licenciatura y posgrado. Consecuentemente, las AVS descubren posibilidades para atender la cobertura e inclusión educativa; aumentar la extensión de la universidad; así como propiciar el desarrollo de habilidades digitales en materia de comunicación y colaboración para el alumno. En este artículo se describe la experiencia del uso del Aula Virtual Síncrona Itinerante (AVSI) en las actividades académicas virtuales de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

**Palabras clave**— Tecnología educativa, electronic learning, aulas virtuales síncronas, teleconferencia, método de formación.

## Introducción

La inclusión de las Tecnologías de la Información en los quehaceres de la vida cotidiana de cualquier institución es una realidad y en esa misma dinámica también se encuentran inmersas las actividades propias de las instituciones educativas, dentro de las que se incluyen los procesos de enseñanza-aprendizaje, al respecto García, H., Montoya, J. y Soto, M. (2011), plantean que los escenarios educativos también fueron afectados al ir incorporando la tecnología digital en las aulas y espacios académicos. Por esta razón sustantiva la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) entiende este nuevo panorama educativo y es aquí donde radica la importancia Aulas Virtuales Síncronas (AVS) como apoyo didáctico y colaborativo a la cátedra universitaria, ya que de esta manera la información está al alcance de alumnos, profesores e investigadores, con solo tener una conexión de internet en tiempo real.

## El Aula Virtual Síncrona (AVS)

El aula virtual es un espacio creado con tecnologías de la información que propicia la interacción educativa de manera remota la cual es muy valiosa para la educación a distancia, sin embargo, es igual de apreciable para la educación presencial ya que se puede realizar actividades académicas de forma remota en tiempo real para Scagnoli, N. (2000), el aula virtual no debe ser solo un mecanismo para la distribución de la información, sino que debe ser un sistema adonde las actividades involucradas en el proceso de aprendizaje puedan tomar lugar, es decir que deben permitir interactividad, comunicación, aplicación de los conocimientos, evaluación y manejo de la clase. En este sentido El AVS de la UABCS además del proceso aprendizaje propicia conferencias, talleres, simposios, intercambio de experiencias entre grupos escolares, exámenes de titulación de licenciatura y posgrado en colaboración con otros instituciones educativa.

Es necesario considerar que el AVS de la UABCS es concebida con la taxonomía implantada por Ellis, C., Gibbs, G. y Rein, G. (1991), quien menciona que existen las variables espacio y tiempo para la interacción de aulas virtuales colaborativas como se señala en el cuadro 1.

<sup>1</sup> El MSC Javier Aguilar Parra es Profesor del área de Arquitectura de Computadoras y Paradigmas Tecnológicos en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. jaguilar@uabcs.mx (**autor correspondiente**).

<sup>2</sup> El MATI Jesús Hernández Cosío es Profesor del área de Interacción Hombre-Máquina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. jhernandez@uabcs.mx

<sup>3</sup> El MSC Jaime Suárez Villavicencio es Profesor del área de Metodología de la Programación y Paradigmas de la Programación en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. jsuarez@uabcs.mx

<sup>4</sup> La MSC. Elvia Esthela Aispuro es Profesora del área de Programación y Programación Móvil en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. aispuro@uabcs.mx

<sup>5</sup> El LC Jesús Pérez Reyes es capacitador y analista de proyectos de TI adscrito en la Coordinación de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. jp.reyes@uabcs.mx

	Mismo Tiempo	Diferente Tiempo
Mismo Espacio	Interacción local Síncrona	Interacción local Asíncrona
Diferente Espacio	Interacción Distribuida Síncrona	Interacción Distribuida Asíncrona

Cuadro 1. Variables espacio y tiempo para aulas virtuales colaborativas.

### El Aula Virtual Síncrona Itinerante (AVSI)

En el caso de la Aula Virtual de la UABCS se debe precisar que está dentro de la taxonomía implantada por Ellis, C., Gibbs, G. y Rein, G. (1991), la cual encuadra en la Interacción Distribuida Síncrona, de ahí deriva el nombre de Aula Virtual Síncrona (AVS), pero también se debe destacar que el aula virtual universitaria es itinerante, en el caso de México el primer antecedente de un programa educativo itinerante según Moreno, M. (2015), se formalizan a nivel nacional con el Instituto Federal de Capacitación del Magisterio (IFCM) en el cual se instauró para ofrecer a los docentes que ejercían sin título la oportunidad de obtenerlo, y se caracterizó por ser “itinerante” debido al necesario traslado de docentes y estudiantes hacia las aulas de clases.

Actualmente a nivel nacional Ibarra, M. (2019) menciona que existe un Aula Virtual Itinerante de la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa utilizando como plataforma educativa a Moodle es decir en Diferente Espacio y Diferente Tiempo esta propuesta es Interacción Distribuida Asíncrona como lo señala Ellis, C., Gibbs, G. y Rein, G. (1991).

Romero, R. (2014), señala que el Programa Vasconcelos, dependiente de la Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, México, que desde el 2005 viene llevando a cabo de forma itinerante el acercamiento de las tecnologías a las comunidades de más bajos niveles de educación, de mayor marginación y desventaja social y económica, con un sentido humano y de equidad para potencializar el desarrollo comunitario. Este programa consiste en llevar bibliotecas virtuales a las comunidades.

En el caso de la AVSI de la UABCS propicia conferencias, cátedra, talleres, simposios, intercambio de experiencias entre grupos escolares, exámenes de titulación de licenciatura y posgrado en colaboración con otras instituciones educativas, características que la hacen única a nivel nacional.

### Características de al Aula Virtual Síncrona Itinerante (AVSI) de la UABCS

La AVSI de la UABCS funciona utilizando la plataforma de videoconferencia Zoom, mediante la cual se agenda todas las conferencias, cátedras, talleres, simposios y exámenes de titulación, además de brindar la posibilidad de grabar la sesión en la nube. Basado en el tipo de evento, espacio y cantidad de usuarios a participar. se escoge el equipo apropiado teniendo a disposición el siguiente equipo:

#### Logitech ConferenceCam BCC950.

Ideal para cubículos y oficinas pequeñas, se utiliza con grupos de 1 a 5 personas, cuenta con un lente que permite vista panorámica en 180 grados, zoom 1.2x y video en HD, además de bocina y micrófono tipo cardioide integrados con tecnología acústica de cancelación de ruido. En la figura 1 se muestra su diseño.



Figura 1.  
Logitech Conference CamBCC950



Figura 2.  
Logitech ConferenceCam Connect



Figura 3.  
Logitech Conference Group Camara Full Hd

### *Logitech ConferenceCam Connect.*

Utilizada en aulas y salas de reuniones con grupos de 6 a 12 personas cuenta con un lente con campo visual de 90 grados que permite el uso de zoom 4x y video HD, además de bocina y micrófono tipo omnidireccional integrados con tecnología acústica de cancelación de ruido, adicionalmente una batería interna que permite su uso sin conexión hasta por 3 horas. En la figura 2 se muestra su diseño.

### *Logitech Conference Group Camara Full Hd.*

Ideal para aulas, salas de reuniones y auditorios pequeños, para grupos de 13 a 20 personas, cuenta con una cámara independiente que abarca una vista panorámica de 180 grados, permite el uso de zoom 10x y video HD, además de un módulo de bocina y micrófono tipo cardioide con tecnología acústica de cancelación de ruido. En la figura 3 se muestra su diseño. En la figura 3 se muestra su diseño.

### *Shure BLX14/CVL.*

Microfono inalámbrico de condensador de solapa CVL, adecuado para ser utilizado por docentes y presentadores que requieren libertad de movimiento. En la figura 4 se muestra su diseño.

### *Shure BLX24/PG58.*

Microfono inalámbrico cardioide BLX, adecuado para ser utilizado por participantes con intervención intermitente dentro de la videoconferencia. En la figura 5 se muestra su diseño.

### *JBL EON 61.*

Bocina alámbrica de reflexión de base, con una salida máxima de 124dB utilizada en eventos realizados en espacios grandes que requieren de un mayor equipo para lograr la mejor acústica. En la figura 6 se muestra su diseño.



Figura 4.  
Shure BLX14/CVL



Figura 5.  
Shure BLX24/PG58



Figura 6.  
JBL EON 61

## **Descripción del Método**

El estudio se desarrolló bajo el enfoque cualitativo de corte descriptivo y exploratorio, se inició con la revisión sistemática de literatura a partir de la compilación de resúmenes, artículos científicos y estudios previos, los cuales fueron analizados minuciosamente destacando las áreas que tributan más a la investigación.

Posteriormente se acudió a la investigación de campo, donde la técnica investigativa utilizada fue la observación ya que tienen la finalidad de recabar información para valorar y comparar las competencias de cada individuo con los objetivos perseguidos como lo sugieren Rodríguez, G., Gil, J. y García, J. (1996), quienes mencionan que la observación sirven para obtener información acerca de: El aprendizaje de los sujetos, las capacidades y competencias individuales, la actuación del profesional de la educación, el contexto donde se desarrolla la acción educativa y los resultados de las acciones realizadas. Por lo que se optó utilizar el libro de diario como instrumento de recolección de datos generados por la observación.

## **Forma de trabajo del Aula Virtual Síncrona Itinerante de la UABCS**

Para que la comunidad universitaria pueda solicitar el uso del AVSI deben presentar el formato de solicitud que se encuentra disponible en la página web de la Coordinación de Tecnologías, dicha solicitud contiene información sobre la cantidad de usuarios que participaran, además de información sobre el espacio donde se desea realizar la sesión, lo anterior es de suma importancia pues, el espacio donde se instalara la AVSI debe cumplir con requerimientos como: acceso a internet alámbrico, conectividad eléctrica, iluminación, dimensiones apropiadas para buena acústica.

Una vez completo el proceso de solicitud se realizan pruebas, previo a la realización del evento, en la cual se instala en el espacio determinado en la solicitud el equipo apropiado que se utilizara para la videoconferencia, dicha prueba tiene como finalidad asegurar la estabilidad del enlace entre las instancias que participaran, corroborar que la calidad del audio y video sean apropiadas para la interacción entre participantes y arreglar posibles problemas que se presenten durante las pruebas.

Por último, cuando se va a realizar la videoconferencia, se instala de nuevo el equipo teniendo en cuenta cualquier consideración resultado de las pruebas, durante la duración del evento se monitorea que el equipo funcione apropiadamente y una vez que este termina se desinstala el equipo y se da por concluida la sesión de la AVSI.

Cabe destacar que el equipo a utilizar en cada sesión de la AVSI varía en función al tipo de evento a realizar puesto a que una cátedra tiene necesidades diferentes a las de un examen de titulación, a esto también influye el espacio donde se va a realizar, ya que puede variar entre cubículos, aulas, sala de reuniones e incluso auditorios. Todo esto debe ser considerado previo a la realización de una sesión para ofrecer la mejor experiencia en la interacción e intercambio de ideas entre las instituciones y usuarios que participan.

### **Servicios y productos académicos**

#### **a) Sesiones remotas de transmisión síncrona de clases de distintas asignaturas y programas de estudio.**

##### *Clases de posgrado*

En el transcurso de los semestre recientes, se han acumulado 8 clases de la Maestría en Administración Estratégica a través de sesiones de videoconferencia. Debido a que la modalidad de clases síncronas a través de sesiones remotas se ha afianzado como una gran alternativa para el programa de estudio, en el semestre actual se ha decidido continuar con esta modalidad para la impartición del curso Desarrollo de Nuevos Productos y Servicios. Es por ello, que la responsable de la Maestría, ha emitido un oficio donde describe los beneficios e impactos académicos alcanzados al utilizar la tecnología de videoconferencias. Asimismo, en dicho documento, se indica que además de las clases, el maestro ha sido tutor de Estancia Externa de algunos alumnos del posgrado y ha asesorado trabajos de tesis remotamente.

##### *Clases de licenciatura*

A nivel licenciatura, han ocurrido sesiones de clases para asignaturas de dos programas de estudio para distintos departamentos académicos. En primer instancia, referir a la sesión realizada para la asignatura de Metodología de la Programación, en la cual el maestro del Departamento Académico de Sistemas Computacionales pudo llevar a cabo su clase a través de una videoconferencia.

Similar situación sucedió para la sesión de la asignatura Taller de Tecnologías de la Información, del Departamento Académico de Agronomía.

#### **b) Participación remota de alumnos y docentes de campus foráneos en eventos académicos.**

Hace algunos meses se llevó a cabo el evento denominado Coloquio de Investigación Social, Desafíos y Oportunidades en el Umbral del Antropoceno; el cual fue cubierto a través de algunas sesiones de videoconferencia. A partir de esta experiencia, se han efectuado otros eventos de forma semejante, con la participación presencial y remota de alumnos y docentes propios y externos. Tales casos han sido:

- Coloquio en Administración Estratégica, con la participación de profesores de la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR de Colombia.
- Seminario del posgrado de DESyGLO, con la participación remota de un sinodal invitado. En la figura 7 se muestra la interacción durante la sesión del seminario.
- Segundo Encuentro Microregional Estrategias para Promover las Capacidades en el Desarrollo Territorial. Este evento contó con una amplia participación de profesores e investigadores del Colegio de la Frontera Norte, ubicados en la ciudad de Tijuana, B.C.
- Sesión del Diplomado para Organizaciones Sociales. La UABCS como sede de este módulo, tuvo la participación desde Estados Unidos de América, de un ponente foráneo de USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional).



Figura 7. Pantalla de interacción durante sesión del Seminario de DESyGLO.

### c) Asesorías de docentes vía videoconferencia para grupos de estudiantes desde diferentes campus.

En varias ocasiones la plataforma de software utilizada es Zoom, la cual ha resultado ser una excelente herramienta para las sesiones de videoconferencia de asesorías a alumnos de distintos campus y Extensiones Académicas. En la figura 8 se muestra la interacción durante la sesión de asesoría y revisión de avances de tesis doctoral

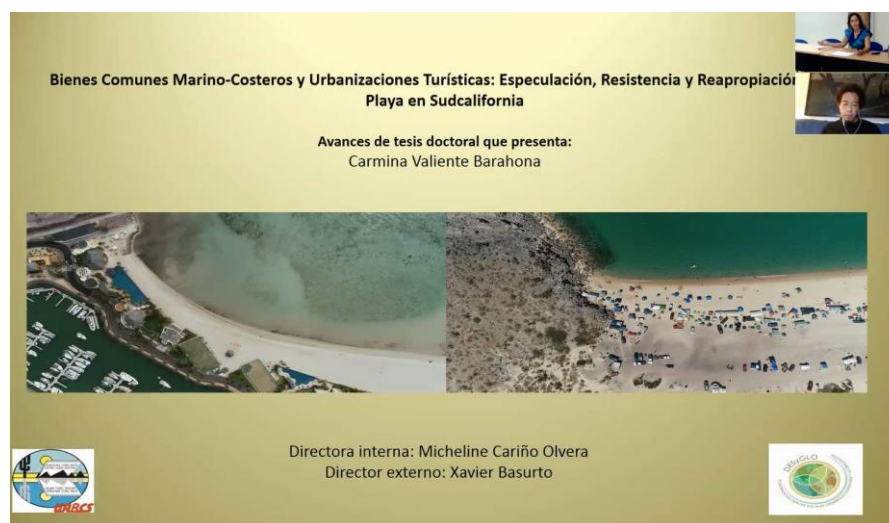


Figura 8. Pantalla de interacción durante sesión de asesoría y revisión de avances de tesis doctoral.

### d) Informes o publicaciones de las principales experiencias y beneficios alcanzados por la utilización de las aulas digitales.

Los servicios educativos logrados mediante las aulas digitales han logrado experimentar nuevos logros y efectos académicos. Al menos al interior de la institución han sido innovadores y de gran valor para docentes y alumnos. Gracias a la realización del proyecto ha sido posible elaborar y presentar una publicación, la cual ha sido aceptada para ser presentada en la Décima Séptima Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática - CISCI 2018.

Esta publicación describirá las principales experiencias y beneficios alcanzados por la utilización de las aulas digitales. A continuación se muestra la carta de aceptación de la publicación:

- Sesiones remotas de transmisión síncrona de clases de distintas asignaturas y programas de estudio. En la figura 9 se muestra la interacción durante la sesión de asesoría a alumnos del Campus La Paz desde la Extensión Académica de Los Cabos, como preparativo a exámenes finales.
- Participación remota de alumnos y docentes de campus foráneos en eventos académicos como conferencias, seminarios, jornadas, entre otros, organizados por algún campus sede.

- Colaboración síncrona entre alumnos de diferentes campus para atender actividades o proyectos de grupales.
- Asesorías de docentes vía videoconferencia para grupos de estudiantes desde diferentes campus.
- Informes o publicaciones de experiencias académicas en materia de innovación de servicios educativos a través de la red de aulas interconectadas.
- Adopción de nuevos escenarios de aprendizaje por parte de los docentes, bajo conceptos de aulas extendidas y procesos educativos diversificados.



Figura 9. Sesión de asesoría a alumnos del Campus La Paz desde la Extensión Académica de Los Cabos, como preparativo a exámenes finales.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

La innovación de servicios educativos basados en TIC es fundamental, pues de ello depende la pertinente atención de los grandes retos de la educación superior del país. Las TIC son un conjunto de poderosas herramientas que impulsan el crecimiento y desarrollo sostenido de las organizaciones. Además, ayudan a derrumbar barreras y abrir horizontes de nuevas posibilidades. Las circunstancias actuales demandan que la cobertura de la educación debe estar asegurada para la población. La UABCS no sólo ha buscado la cobertura geográfica en la entidad, también busca brindar una mayor cobertura de servicios educativos en los campus universitarios. Así pues, como parte sustantiva de sus acciones estratégicas ha definido la relevancia de los Servicios de Apoyo Académico y Tecnologías de la Información y la Comunicación, como elementos claves de sus políticas generales de desarrollo universitario.

#### Referencias

Ellis, C., Gibbs, G. y Rein, G. "Groupware some issues y experiences," Artículo de ACM, Vol. 34 No. 1. 1991.

García, H., Montoya, J. y Soto, M. "Conocimiento y aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en las Instituciones Formadoras y Actualizadoras de Docentes en Sinaloa," XI Congreso Nacional de Investigación Educativa. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. (COMIE). 2011.

Ibarra, M. "Aula Virtual Itinerante de la UAIS," Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa, 2019, consultada por internet el 4 de agosto de 2019. Dirección de internet: <http://uais.edu.mx/portal/index.php/noticias/547-se-inaugura-aula-virtual-itinerante-de-la-uais>

Moreno, M. "La Educación Superior a Distancia en México. Una propuesta para su análisis histórico," Universidad Nacional Autónoma de México. 2015.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, J. "Metodología de la investigación cualitativa," Ediciones Aljibe. España. 1996.

Romero, R. "Entornos de aprendizaje digital itinerante," Universidad Nacional de Mar del Plata, 2014.

Scagnoli, N. "El aula virtual: usos y elementos que la componen," University of Illinois, Urbana-Champaign. 2000, consultada por internet el 2 de agosto de 2019. Dirección de internet: <https://es.calameo.com/read/00062149012cdadd50081>.



# Moyotl: Robot acuático que permite la interrupción del ciclo de vida del mosquito en su etapa larvaria

MSC Javier Aguilar Parra<sup>1</sup>, ITC Miguel Ángel Espíritu Jiménez<sup>2</sup>,  
MSC Jaime Suarez Villavicencio<sup>3</sup> y MSC Elvia Esthela Aispuro Félix<sup>4</sup>

**Resumen**— Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los mosquitos de la especie *Aedes aegypti*, los vectores principales de los virus de zika, del dengue y de la fiebre chikungunya, presentan peculiaridades en materia de reproducción y comportamiento que hacen que su control sea extremadamente difícil. Para que estos vectores se desarrollen exitosamente es necesario que los cuerpos de agua en que habitan estén en total calma, en este sentido, Moyotl es un robot acuático diseñado para que ponga el agua en movimiento y de esta manera interrumpa el ciclo del mosquito en su etapa larvaria, además envía información en tiempo real del estado que guardan las larvas en los cuerpos de agua.

**Palabras clave**— Robot, robot acuático, mosquito, larva, *Aedes aegypti*.

## El mosquito *Aedes aegypti*

El mosquito *Aedes aegypti* es el principal vector de los virus del dengue, zika y chikungunya que son la causa de alta morbilidad y mortalidad en los trópicos y subtropicos a nivel mundial, en razón de esto Thiri6n, J. (2010), declara que de todas las especies de mosquitos conocidos con importancia en salud p6blica, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) es considerada la m6s peligrosa, por tener la capacidad de transmitir el mayor n6mero de enfermedades arbovirales al hombre. Se cree que esta especie se introdujo al Continente Americano desde que se dieron las primeras incursiones colonizadoras, llegando a establecerse principalmente en los tr6picos y subtropicos. Su distribuci6n se limitaba generalmente por las latitudes 45° N y 35° S, sin embargo, se le ha encontrado en sitios m6s altos y fríos de los inicialmente reconocidos (Nelson, 1986). En M6xico ha causado brotes de dengue cl6sico en zonas con alturas hasta los 1,760 metros sobre el nivel del mar.

Por sus h6bitos se le considera dom6stico ya que est6 estrechamente relacionado con el humano, se encuentra en 6reas urbanas, suburbanas y ha colonizado sustancialmente el medio rural. Los recipientes artificiales como jarrones, floreros, tambos, pilas, tanques, cubetas, son los lugares m6s comunes para su cría, as6 como tambi6n aquellos que tienen la capacidad de retener agua de lluvia, principalmente tales como; llantas, envases desechados y canales de techo, entre otros, adem6s, los de tipo natural como; conchas de moluscos, c6scaras de frutos, huecos en los 6rboles, axilas de plantas y otras cavidades naturales, en pr6cticamente cualquier objeto que retenga agua. Algunos recipientes le son m6s atractivos que otros, en especial los de color oscuro, de boca ancha, que est6n al nivel del suelo y se encuentran en la sombra (Thiri6n, J., 2010). En la figura 1 se muestra las Etapas del ciclo de vida de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en cuerpos de agua dom6sticos.

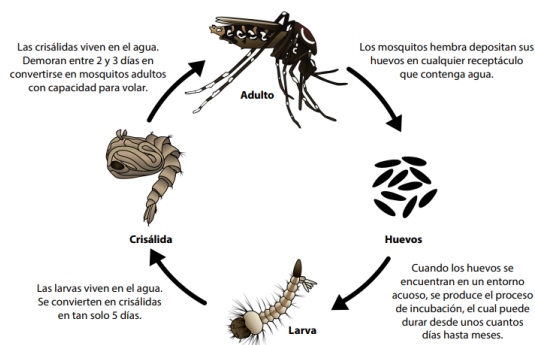


Figura 1. Etapas del ciclo de vida de los mosquitos *Aedes aegypti*.

<sup>1</sup> El MSC Javier Aguilar Parra es Profesor del 6rea de Arquitectura de Computadoras y Paradigmas Tecnol6gicos en la Universidad Aut6noma de Baja California Sur, M6xico. [jaguilar@uabcs.mx](mailto:jaguilar@uabcs.mx) (**autor corresponsal**).

<sup>2</sup> El ITC Miguel 6ngel Esp6ritu Jim6nez es Profesor del 6rea de Electr6nica y Diseño Digital en la Universidad Aut6noma de Baja California Sur. [miguel198006@hotmail.com](mailto:miguel198006@hotmail.com)

<sup>3</sup> El MSC Jaime Su6rez Villavicencio es Profesor del 6rea de Metodolog6a de la Programaci6n y Paradigmas de la Programaci6n en la Universidad Aut6noma de Baja California Sur, M6xico. [jsuarez@uabcs.mx](mailto:jsuarez@uabcs.mx)

<sup>4</sup> La MSC. Elvia Esthela Aispuro es Profesora del 6rea de Programaci6n y Programaci6n M6vil en la Universidad Aut6noma de Baja California Sur, M6xico. [aispuro@uabcs.mx](mailto:aispuro@uabcs.mx)

### Métodos de control para evitar la reproducción del mosquito *Aedes aegypti*

En México la prevención y control del dengue ha tomado relevancia muy importante, refiere Thiri6n J. (2010), considerándosele uno de los programas prioritarios en salud p6blica. Las estrategias b6sicas de prevenci6n est6n enfocadas al control del vector y 6stas se fundamentan en la bionomía del mosquito.

Al respecto García, C., G6mez, R., L6pez, C. y Le6n, L. (2012), indican que el combate de estos mosquitos se realiza com6nmente con insecticidas químicos, siendo este el m6todo que m6s utiliza la Secretaría de Salud, el Fondo Nacional al Turismo (FONATUR) y las compa±as privadas. En este caso los insecticidas m6s utilizados son el temefos (abate) y malatión (ditiofosfato de O, O-dimetilo y de S-(1,2- dietoxicarboniletilo), los cuales se dirigen al control de larvas y adultos, respectivamente, sin embargo, a menudo ocasionan problemas de contaminaci6n en el ambiente y la resistencia del insecto al producto, debido a que cada vez se requieren dosis m6s altas. Otros productos utilizados para el control de insectos vectores son: aceites de petr6leo, nicotina, piretros, rotenona, azufre y diesel.

Como se puede apreciar los m6todos de control para evitar la reproducci6n del mosquito *Aedes aegypti* est6n apoyados en la implementaci6n de químicos agresivos b6sicamente en los cuerpos de agua utilizados para actividades domesticas, por lo que la propuesta de Moyotl, es un robot acu6tico que est6 sustentada en privilegiar la armonía y equilibrio con el medio ambiente evitando cualquier tipo de contaminaci6n.

### Fundamentaci6n de los robots acu6ticos

El t6rmino robot proviene de la palabra checa "robot", que quiere decir trabajo, al respecto Somolino, J. (2002), se±ala que el dramaturgo Karela Capel fue el primero en utilizarla en su actual aceptaci6n cuando escribi6 en 1923 una obra satírica titulada R.U.R. (Los Robots Universales de Rossum). En esta obra Rossum era un relojero que construy6 m6quinas parecidas a los seres humanos y que denomin6 robots. Estas m6quinas trabajaban sin parar y sustituirían al obrero humano. Afortunadamente esto no fue así, sin embargo, los robots fueron evolucionando para realizar actividades complejas o de riesgo, las cuales una persona difícilmente concretaría. En esta l6gica, Moyotl realizar6 la tarea de monitorear e interrumpir el ciclo de vida de las larvas de los mosquitos que se reproducen en cuerpos de agua dom6sticos como tinacos y cisternas.

Una forma de clasificar al robot es por el medio de locomoci6n por el que se desplaza. Algunos lo hacen de forma terrestre, a6rea y acu6tica, esta clasificaci6n sugiere Somolino, J. (2002), se inspira en sistemas biol6gicos para el desarrollo de nuevas soluciones tecnol6gicas. A este nuevo conjunto de tecnologías se las conoce como biomimetics, y se trata de la investigaci6n y el desarrollo de sistemas de locomoci6n basados en patas o piernas, desde bípodos a ciempiés. De igual forma, se est6n desarrollando robots que imitan el movimiento ondulado de las serpientes para desplazarse, p6jaros e insectos que mueven sus alas o peces que nadan con movimientos ondulados, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Comparativa de modelos de locomoci6n.

En el caso de Moyotl, es un robot acu6tico explorador como lo explican 6lvarez, C., Saltaren, R. y Aracil, C. (2009), ya que estos se dise±aron con la idea de que realicen actividades como: inteligencia, reconocimiento, medidas anti minas, medidas anti submarinos, inspecci6n, identificaci6n, rescate y exploraci6n. En este sentido Moyotl realizar6 exploraciones e interrupci6n del ciclo de vida de larvas de mosquito en cuerpos de agua dom6sticos.

### **Antecedentes de robot para controlar la reproducción del mosquito y la larva *Aedes aegypti***

*Robot acuático hidrostático espectral de rayos laser, para el control larvario de mosquitos de importancia médica en Salud Pública.*

El robot acuático detecta la presencia de mosquitos en contenedores de agua para después destruirlas. Se construyó y se diseñó con materiales reciclables construido con tubos de cañería PVC, lupa, sensores de luz y barrera, motor de fuente 110 v, resistencias, LCR, cargador 9 v y focos led, para que destruya larvas de mosquitos en un contenedor de agua. Como resultado hay cero prevalencia de índice larvario porque el robot detecta presencia larvaria con sensores y rayos laser activándose automáticamente el efecto de succión y destrucción de larvas en su interior, eliminando las desechos al utilizar filtros de 10 micras y aspas metálicas, el robot se activa por cinco a diez minutos y se apaga automáticamente hasta esperar la alarma otra vez según disposición de larvas. Según pruebas, resultó ser eficaz como control anti larvario para el combate transmisor de Dengue, Zika, Chikungunya entre otros. (Vásquez, A. 2016).

El robot en general está constituido por tres partes: la primera es el circuito eléctrico que contiene el LCR sumergido, la segunda un sensor de luz no sumergido, que a su vez activa al motor sumergido, un foco de luz no sumergido que alerta larvas y un led rojo indicando que el motor está activado. la tercera una señal de rayos laser sumergido que se dirige al LCR. Los componentes del Robot acuático hidrostático espectral de rayos laser se puede ver en la figura 3.



Figura 3. Componentes del Robot acuático hidrostático espectral de rayos laser.

### *Laser Mosquito Killer.*

La compañía china LeiShen Intelligent con sede en Shenzhen estaba presentando un robot mata mosquitos al cual lo llamaron Laser Mosquito Robot, es un robot en forma de tanque diseñado para exterminar mosquitos por medio de láser. El diseño del robot se puede ver en la figura 4.

El dispositivo cuenta con un sensor LIDAR 2D, muy similar a lo que se usa en los robots de limpieza, el cual se integra a un vehículo terrestre no tripulado (UGV), que en la parte superior cuenta con un módulo láser para acabar con los mosquitos de forma automática y autónoma. Según su creador Lei Shen Intelligent System (2016), el sistema ha sido programado con algoritmos que le permiten identificar mosquitos entre los objetos, para así realizar disparos de forma inmediata y con una capacidad de matar de 30 a 40 mosquitos en un segundo.

Un punto importante y que la compañía no aclaró, es el tipo de láser que usa este dispositivo, ya que sólo se limitan a mencionar que es seguro para la vista humana. Sus responsables aún no tienen planes de lanzar al mercado este asesino de mosquitos, ya que el objetivo por el momento es presentar la idea a hospitales, colegios y edificios públicos donde están sufriendo por el Zika y la Malaria.



Figura 4. Laser Mosquito Robot  
**Diseño y elementos tecnológicos de Moyotl**

### *Modelado de la estructura de Moyotl*

El casco de Moyotl y su forma en general tiene la estructura de un barco salva vidas ya que la intención del diseño de este robot acuático es que flote y no su desplazamiento en cuerpos de agua domesticos donde será su área de acción, esto propicia un ahorro importante de energía eléctrica al no contar con motores, además esta flotabilidad permite que determine de manera eficiente la ubicación y eliminación de las larvas del mosquito *Aedes aegypti*.

Para su modelado en 3D se implementó la herramienta Tinkercad ya que es una herramienta que no tiene costo y es fácil de aprender, en esta razón Beltrán, P. y Rodríguez, C. (2017), sugieren que la aplicación Tinkercad (<https://www.tinkercad.com>) es un entorno de diseño online, gratuito, cuya curva de aprendizaje es lo suficientemente suave como que, tras una breve sesión de introducción, los alumnos puedan llevar a cabo sus propias creaciones. Los modelos se diseñan a partir de la unión de formas predefinidas, tales como prismas y cilindros (aunque las hay más complejas, como la forma típica del dado con esquinas redondeadas) arrastrándolas y modificando sus dimensiones, bien con el ratón de forma manual o acotándolas numéricamente. Una vez terminado el diseño, se exporta al formato adecuado para ser imprimido en la impresora 3D Anycubic 13 Mega. En la figura 5 se puede ver el diseño y la estructura final de Moyotl.



Figura 5. Diseño y la estructura final de Moyotl

### *Elementos del diseño electrónico y de comunicación de Moyotl*

En el caso de Moyotl se utiliza una arquitectura Arduino Nano V3, la selección de esta arquitectura obedece en primera instancia a que está al alcance de todos por su bajo costo, pero sin dejar de lado su gran robustez en términos de programación ya que es multiplataforma, en esta arquitectura se puede instalar y ejecutar sistemas operativos como Windows, Mac Os y Linux. Esto no ocurre con el software de muchas otras placas. (Torrente, 2013).

El elemento tecnológico que permite que Moyotl detecte a las larvas del mosquito *Aedes aegypti*, es el sensor TCRT5000 seguidor de línea óptico infrarrojo Arduino, es un tipo de sensor óptico reflectivo que detecta la diferencia de color en un objeto mediante la reflexión de la luz en el mismo. El TCRT5000L, es un sensor sencillo, dispone de un LED emisor de luz infrarroja, y de un fototransistor que recibe la luz reflejada por un posible obstáculo. La cantidad de luz recibida depende del color y reflectividad del objeto, por lo que podemos distinguir entre zonas y oscuras de un objeto.

Una vez que Moyotl detecte las larvas del mosquito *Aedes aegypti* generará ondas manipuladas por motor vibrador plano de teléfono móvil 1027, estos motores son pequeños discos, completamente sellados por lo que son fáciles de usar e integrar a los proyectos. Solo se necesitan 2 cables que son control/potencia para ambientar su proyecto. Simplemente proporcione la energía de una batería o un pin del microcontrolador y comenzará a zumbar. Trabaja desde 2V hasta 5V, voltajes más altos dan lugar a más consumo de corriente, pero también una vibración más fuerte. Al mismo tiempo se encienden leds ultra brillantes de 5mm, estos dos elementos de manera coordinada propician que las larvas del mosquito *Aedes aegypti* se vayan al fondo del cuerpo de agua domesticos.

El valor agregado de este robot acuático es cuando detecte la larva del mosquito *Aedes aegypti*, enviará un mensaje de texto a un celular, aprovechado la comunicación también tiene la opción de notificar los niveles de agua que se tienen en el tinaco, para realizar esta tarea cuenta con un módulo electrónico Gprs Gsm Sim800l Antena Sencilla Sim800 que permite comunicación en tiempo real entre el Arduino y la aplicación móvil del de Moyotl.

### *Elementos de la aplicación móvil de Moyotl*

En lo que respecta a la aplicación móvil de Moyotl, se desarrolló para que opere con el sistema operativo Android, debido a su gran cobertura en distintos dispositivos. En relación a esto Robledo, C. y Robledo, D. (2009), indican que Android es un sistema operativo, inicialmente diseñado para teléfonos móviles como los sistemas operativos IOS (Apple), Symbian (Nokia) y Blackberry OS. En la actualidad, este sistema operativo se instala no sólo en móviles, sino también en múltiples dispositivos, como tabletas, GPS, televisores, discos duros multimedia, mini ordenadores, etcétera. Incluso se ha instalado en microondas y lavadoras. Es aquí entonces donde radica la importancia del desarrollo de la aplicación para Android ya posibilita un mayor alcance de usuarios que tengan dispositivo móvil a la mano, sin necesidad de hacer el gasto para adquirir un equipo de cómputo en específico.

En lo que respecta al lenguaje de programación con el que se desarrolló el robot acuático Moyotl, se decidió implementar MIT app inventor, esta decisión obedece a que es un lenguaje de desarrollo libre de licencia y además es amigable con Android y Arduino, esto le da robustez y seguridad a la aplicación, además que es muy sencilla su programación para dispositivos móviles. Este lenguaje es desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y permite que el usuario de forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, vaya enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. (MIT app inventor, 2019). Al ser una plataforma de programación gratuita y de fácil codificación no se realiza gasto alguno, por lo que está al alcance de cualquier persona.

La propuesta Moyotl que se presenta es desde la dimensión de la domótica, por lo que Cuevas, J., Martínez, J. y Merino, P. (2002), definen a la domótica como el área tecnológica que intenta hacer la vida de las personas en sus hogares más fácil, segura y cómoda, usando para ello todo lo que se encuentre a su mano. Resulta entonces interesante poner en práctica esta idea y hacer uso de la tecnologías que se tiene al alcance como lo refieren los autores, en este caso específico se pretende desarrollar un sistema que detecte larvas de mosquito *Aedes aegypti* en cuerpos de agua domésticos para que eventualmente los extermine y de esta manera no se reproduzcan los mosquitos y por lo tanto no sean el vector que contagie a las personas de los virus de zika, del dengue y de la fiebre chikungunya.

### **Operación y funcionamiento de Moyotl**

La operación de Moyotl es sencilla, el usuario solo tiene que encender el robot acuático y colocarlo sobre el cuerpo de agua doméstico, entonces inicia su labor identificando la presencia de larvas de mosquito *Aedes aegypti*, de ser positiva la detección de los elementos larvarios, envía un mensaje de texto a un celular informando de la presencia de las larvas, así como el nivel del agua del depósito doméstico. Como se muestra en la figura 6.



Figura6. Envío de SMS al usuario

Una vez que Moyotl detecta la presencia de larvas, encenderá los vibradores provocando la propagación de un movimiento oscilatorio que da lugar a un movimiento ondulatorio. Al respecto Cabrero, F. (2007), menciona que el movimiento ondulatorio se puede definir como el fenómeno de propagación de una perturbación producida en un punto del espacio. Estas comienzan a oscilar verticalmente sin desplazarse horizontalmente, formando circunferencias concéntricas (ondas), de esta manera se crea una onda mecánica. Bajo esta lógica las ondas mecánicas que son inducidas por los vibradores de Moyotl las llamaremos micro olas, la función de estas micro olas es estimular a las larvas del mosquito *Aedes aegypti* para que se asienten en el fondo del cuerpo de agua doméstico, esta acción provoca que la larva se ahogue, ya que las larvas tienen que ir a la superficie del agua para respirar a través de tubos (sifones), de lo contrario morirán.

Para garantizar que las larvas del mosquito *Aedes aegypti* se asienten en el fondo del cuerpo de agua doméstico, Moyotl enciende leds ultra brillantes, al respecto Thiri6n, J. (2010), menciona que las larvas son sensibles a los cambios bruscos de la intensidad de la luz, lo que ocasiona que se sumerjan al fondo del recipiente domestico cuando son perturbadas o si se proyecta una sombra, provocando el exterminio de las larvas al no subir a respirar.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Las pruebas que se realizaron fueron exitosas, estas consistieron en colocar a Moyotl en un cuerpo de agua doméstico, cuando Moyotl detect6 larvas, encendi6 los leds ultra brillantes y los vibradores provocando micro olas, se observo que las larvas del mosquito *Aedes aegypti* se asentaron en el fondo del cuerpo de agua doméstico, provocando eventualmente su ahogamiento y por tanto su exterminio, como se observa en la figura 7.

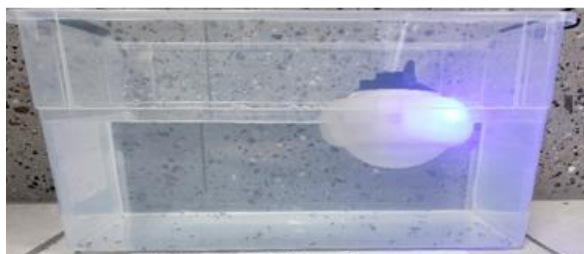


Figura 7. Moyotl exterminando larvas del mosquito *Aedes aegypti*

### Conclusiones

Las pruebas que se le hicieron a Moyotl, robot acuático que permite la interrupci6n del ciclo del mosquito en su etapa larvaria, en t6rminos de operaci6n y funcionamiento son exitosas, dado que elimino en todos los casos las larvas, as6 mismo las notificaciones que se realizaron en tiempo real fueron eficientes.

Algo que se debe destacar de Moyotl, es que es amigable con el medio ambiente al no dejar residuos ni contaminantes t6xicos en el agua. Sin embargo, lo m6s importante, es que no permite la reproducci6n de mosquitos quienes son el vector que contagia a las personas de los virus de zika, del dengue y de la fiebre chikungunya.

## Referencias

- Álvarez, C., Saltaren, R. y Aracil, C. "Concepci6n desarrollo y avances, en el control de navegaci6n de robots submarinos en paralelos: El Robot Remo-I," Revista Iberoamericana de Automática e Informaci6n Industrial, Vol 6. No 3, 2009.
- Beltrán, P. y Rodríguez, C. "Modelado e impresi6n en 3D en la enseñanza de las matemáticas: un estudio exploratorio," ReiDoCrea, Vol 6, Art 2, 2017.
- Cabrero, F. "Imagen radiol6gica. Principios físicos e instrumentaci6n," Editorial Masson, España, 2007.
- Cuevas, J., Mart6nez, J. y Merino, P. "El Protocolo x10: Una soluci6n Antigua a Problemas actuales," Simposio de Informática y Telecomunicaciones SIT'02, 2002.
- García, C., G6mez, R., L6pez, C. y Le6n, L. "Insecticidas Biorracionales para el control de mosquitos y moscas negras en Sinaloa," Ra Ximhai Vol. 8, No 3, 2012.
- Lei Shen Intelligent System. "Laser Mosquito Kille," China, 2016, consultada por internet el 4 de agosto de 2019, Direcci6n de internet: <http://en.leishen-lidar.com/product/miewenpao/60772b28-88f6-4fcb-8984-ccee435b513d.html>
- MIT app inventor. "Anyone Can Build Apps That Impact the World," Consultada por Internet el 21 de agosto del 2019, Direcci6n de internet: <http://appinventor.mit.edu/explore/>
- Robledo, C. y Robledo, D. "Programaci6n en Android," Aula Mentor educacion.es, España, 2009.
- Somolino, J. "Avances en rob6tica y visi6n por computado," Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha, España, 2002.
- Thiri6n, J. "El mosquito *Aedes aegypti* y el dengue en M6xico Versi6n 2010," Bayer Environmental Science, M6xico, 2010.
- Torrente, O. "Arduino Curso pr6ctico de formaci6n," RC Libros, España, 2013.
- Vásquez, A. "Robot acuático hidrostático espectral de rayos laser, para el control larvario de mosquitos de importancia médica en Salud P6blica," Universidad de El Salvador, Facultad de Medicina, 2016, consultada por internet el 2 de agosto de 2019. Direcci6n de internet: <http://ri.ues.edu.sv/11077/>

# CONSTRUCCIÓN DE UN FRAMEWORK PARA LA GESTIÓN DE DATOS GEOCRONOLÓGICOS COMO APOYO AL TRABAJO DOCENTE Y DE INVESTIGACIÓN EN EL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UABCS

MSC. Elvia Esthela Aispuro Félix<sup>1</sup>, MSC. Jaime Suárez Villavicencio<sup>2</sup>,  
Dr. Ernesto Ramos<sup>3</sup>, MSC. Javier Aguilar Parra<sup>4</sup>,  
Blanca Esthela Romero Méndez<sup>5</sup> y Christian Giovanni Pulido Coria<sup>6</sup>

**Resumen**—El presente artículo, muestra el diseño y desarrollo de un Framework Web como herramienta para la administración de datos geocronológicos del estado de Baja California Sur, para el del Departamento Académico de Geología de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. El objetivo de la herramienta está enfocado a la eficiente accesibilidad y obtención de información para fines académicos y de investigación de forma oportuna, gracias a la implementación de tecnología Web, teniendo como base, capacidades específicas para datos con georeferencia integrados con información espacial, así como, un conjunto de operaciones para trabajar con ellos. La implementación de este tipo de plataformas se espera que apoyen las actividades de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de geología e investigadores del área, promoviendo una fuente de consulta concentrada, rápida y eficiente, dando lugar al incremento y la calidad de los trabajos derivados de la academia.

**Palabras clave**— Sistema Información Georeferencial, Geología, Tecnología Web.

## Introducción

En la actualidad, la comunidad geológica del Departamento Académico de Geología, de la UABCS, presenta una gran dispersión en la publicación de resultados de investigación, los cuales, son presentados principalmente en revistas científicas digitales o analógicas y cuyos ejemplares no están todo el tiempo disponibles. Por otro lado, el desarrollo de este tipo de investigación requiere estudios para el análisis de datos de geocronología en Baja California Sur, específicamente de la técnica de U-Pb en circones, con costos de laboratorio cuyos valores oscilan desde los \$70,000.00 hasta \$120,000.00. Además, dado la ausencia de resultados disponibles 24/7, ha derivado que el trabajo entre los diferentes investigadores y alumnos, presenten casos de duplicidad en donde se han realizado estudios dentro de la misma zona, cuya diferencia entre muestras no alcanza los 20 metros, promoviendo con esto, costos duplicados por estudios con igualdad de resultados, generando redundancia en la información, sin alcanzar nuevas aportaciones a la ciencia.

Por otra parte, se presentan complicaciones al momento de analizar la cartografía a utilizar, ya que en la mayoría de los documentos solo se expresan las coordenadas del punto de referencia, complicando el reconocimiento rápido del área para su ubicación en la región y su distinción en el mapa, así como detalles incluso en la forma de acceso al lugar de la muestra.

Como se puede observar, lo anterior es consecuencia de prescindir al acceso del compendio de investigaciones realizadas a lo largo del tiempo, ya que por el momento, no se encuentran en ningún formato; ni en físico, ni en digital. Esta carencia, ha venido complicando el desempeño óptimo de las labores de investigadores y

<sup>1</sup> La MSC. Elvia Esthela Aispuro es Profesora del área de programación e Ingeniería de software en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [aispuro@uabcs.mx](mailto:aispuro@uabcs.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El MSC Jaime Suárez Villavicencio es Profesor del área de programación e Ingeniería de software en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [jsuarez@uabcs.mx](mailto:jsuarez@uabcs.mx)

<sup>3</sup> El Dr Ernesto Ramos Velázquez es Profesor de ciencias de la tierra en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [eramos@uabcs.mx](mailto:eramos@uabcs.mx)

<sup>4</sup> El MSC Javier Aguilar Parra es Profesor del área de programación e Ingeniería de software y Arquitectura de Computadoras en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [jaguilar@uabcs.mx](mailto:jaguilar@uabcs.mx)

<sup>5</sup> La C. Blanca Esthela Romero Méndez es egresada de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [blanca\\_romen@hotmail.com](mailto:blanca_romen@hotmail.com)

<sup>6</sup> El C. Christian Giovanni Pulido Coria es egresado de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [pulidoco@hotmail.com](mailto:pulidoco@hotmail.com)

aprovechamiento al desempeño por parte de los alumnos. Para resolver esta problemática, se diseñó una plataforma de administración, con búsqueda y visualización mediante un framework desarrollado en Web que sirviera como apoyo a la administración de los datos geocronológicos y que estuvieran disponibles para la comunidad estudiantil.

Esta herramienta es capaz de realizar consultas de documentos y datos geológicos en forma gráfica, disponible en todo momento, considerando una mejora continua con el mantenimiento de nuevos datos para ser utilizado por la comunidad científica del departamento de geología de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).

### Marco Teórico

#### *Sistema de Información Geográfica*

Un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos (C.D. Tomlin, 1990). Por otro lado, (J. Star and J. Estes, 1990) define un SIG como un sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. Considerando estos datos, se puede decir que un SIG es tanto un sistema de base de datos con capacidades específicas para datos georeferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con dichos datos. Básicamente, un SIG ha de permitir la realización las siguientes operaciones:

- Lectura, edición, almacenamiento y, en términos generales, gestión de datos espaciales.
- Análisis de dichos datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).
- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.

En nuestros días los SIG han pasado de elementos restringidos para un uso profesional a ser elementos de consumo y estar presentes en nuestra vida diaria. Un ejemplo de ello es la aparición de servicios como Google Maps (Google Maps, 2019) y la multitud de aplicaciones con interfaces web que permiten acceder a información geográfica de toda clase. De igual manera Google Earth (Google Earth, 2019) es otra aplicación popular que no está restringida al uso profesional. Estas aplicaciones acercan los SIG a usuarios no especializados, dándoles la posibilidad de utilizarlos y aprovechar parte de sus capacidades. La popularización de los navegadores GPS, que incorporan tanto elementos de representación como de análisis propios de los SIG, son otro buen ejemplo (Olaya V, 2014). Otro buen ejemplo y de consumo nacional es, el sistema de consulta del Servicio Geológico Mexicano (GeoInfoMex, 2018), el cual, permite a los usuarios conocer la información geocientífica y tomar decisiones con ahorro en tiempo y recursos, coadyuvando al fomento de la actividad minera.

#### *Tecnología Web*

Una aplicación web (web-based application) es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones.

*Cliente*, considerado como el software necesario en el equipo cliente para tener acceso al correspondiente servicio. Así por ejemplo, los navegadores como el Internet Explorer o Mozilla son ejemplos de clientes web; un programa como Outlook es un ejemplo de cliente de correo electrónico y programas como WS\_FTP o CuteFTP son ejemplos de clientes FTP. (Cobo et al., 2005). Las tecnologías que se suelen emplear para programar el cliente web entre otras son: HTML, CSS, lenguajes de script, applets programados en Java, plug-in en el navegador (Luján S., 2002)

*Servidor*, es el programa que debe ejecutarse en el equipo servidor para que este pueda ofrecer su servicio. Uno de los programas servidores web más conocido y utilizado es, Apache, programa que también pertenece a la corriente open source. Existen otros servidores Web como el Personal Web Server (PWS) o el IIS disponibles en los equipos Windows. En el caso de otros servicios como el correo electrónico o la transferencia de ficheros se necesitarían igualmente los correspondientes programas en el servidor. (Cobo et al., 2005)

#### *Herramientas de desarrollo*

*Navegadores web*. Los más reconocidos y con soporte son; Mozilla Firefox, un navegador web libre y de código abierto desarrollado para Linux, Android, iOS, macOS y Microsoft Windows coordinado por la Corporación Mozilla y la Fundación Mozilla. Google Chrome, un navegador web de software privativo o código cerrado desarrollado por Google, aunque derivado de proyectos de código abierto. Opera, un navegador web creado por la empresa noruega Opera Software, usa el motor de renderizado Blink. Cuenta con versiones para computadoras de escritorio, teléfonos móviles y tabletas.

*IDE para programación*. Los más reconocidos y con soporte son; Visual Studio Code, es compatible con casi todos los lenguajes de programación importantes. Los lenguajes web comunes como JavaScript, TypeScript, CSS y



HTML se admiten de forma predeterminada. Atom, es un editor de código de fuente de código abierto para macOS, Linux, y Windows con soporte para múltiples plug-in escritos en Node.js y control de versiones Git integrado, desarrollado por GitHub. Es una aplicación de escritorio construida utilizando tecnologías web.

Sublimetext, es un editor de texto y editor de código fuente está escrito en C++ y Python para los plugins, desarrollado originalmente como una extensión de Vim, con el tiempo fue creando una identidad propia, por esto aún conserva un modo de edición tipo vi llamado Vintage mode.

*Gestión base de datos.* PhpMyAdmin, es una herramienta de software gratuita escrita en PHP, destinada a manejar la administración de MySQL en la Web. phpMyAdmin admite una amplia gama de operaciones en MySQL y MariaDB. Las operaciones de uso frecuente (gestión de bases de datos, tablas, columnas, relaciones, índices, usuarios, permisos, etc.) se pueden realizar a través de la interfaz de usuario, mientras aún tiene la capacidad de ejecutar directamente cualquier instrucción SQL.

*Frameworks.* Bootstrap, es una biblioteca multiplataforma o conjunto de herramientas de código abierto para desarrollar con HTML, CSS y JS. Laravel, es un framework de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web con PHP 5 y PHP 7. Su filosofía es desarrollar código PHP de forma elegante y simple, evitando el "código espagueti".

*Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGDB).* Es un sistema que permite la creación, gestión y administración de bases de datos, así como la elección y manejo de las estructuras necesarias para el almacenamiento y búsqueda de información del modo más eficiente posible, algunos ejemplos de SGBD libres: PostgreSQL, MySQL. Por otro lado, SGBD comerciales: Oracle: Oracle Data Warehouse Cloud Service (DWCS), BB2: IBM Db2, SQL-Server, Access (Ramos M., et Al, 2006).

### **Herramientas para la construcción de BAJAGEOCRONOS**

La construcción de la herramienta BAJAGEOCRONOS se basó contemplando varios factores, entre ellos; la compatibilidad con el sistema operativo (Windows 10) del equipo destinado para el desarrollo e instalación definitiva para las pruebas de aceptación y entrega del aplicativo Web, la universalidad de herramientas más utilizadas en tecnologías de desarrollo web, la flexibilidad, robustez y sencillez, se buscó desarrollar e implementar el aplicativo web con herramientas preferentemente que estén bajo licencia GPL(General Public License) para no generar costos adicionales. Bajo esos factores, se eligieron las siguientes herramientas y tecnologías para el desarrollo del aplicativo:

*PHP*, es un lenguaje de programación multiplataforma de código abierto con una gran versatilidad, robustez y modularidad. Php fue diseñado para el desarrollo de scripts orientados a la programación web por lo que la sintaxis es menos confusa y más estricta que otros lenguajes pero también ofrece flexibilidad. "PHP es uno de los lenguajes más utilizados actualmente en el desarrollo de aplicaciones web y viene experimentado un constante crecimiento en su nivel de utilización en la Web." (Cobo et al., 2005).

*MySQL*, es un sistema de base de datos de código abierto multiplataforma por lo que no tiene ningún costo, además de eso, es muy sencillo de utilizar. Las bases de datos de MySQL son rápidas mostrando un buen rendimiento sin necesidad de añadirle funcionalidades avanzadas además, nos ofrecen varias capas de seguridad como el uso de contraseñas encriptadas, privilegios de usuario y derechos de acceso. "MySQL considerada la base de datos por excelencia del open source" (Cobo et al., 2005)

*Laravel*, es un framework de código abierto para PHP. Es fácil de aprender pero también es potente, eficaz y como lo dictan en su slogan "The PHP Framework for Web Artisans" tiene una interfaz elegante y simple. Laravel siempre intenta aprovechar las ventajas de otros frameworks y desarrollar con las versiones más recientes de PHP.

*JavaScript*, es uno de los lenguajes de programación más utilizados y conocidos ya nos permite generar una amplia interactividad con el usuario por medio de la creación de contenidos dinámicos y llamativos. Además JavaScript trabaja conjuntamente con PHP y HTML sin problemas.

### **Un recorrido por BAJAGEOCRONOS**

El diseño de la interfaz del sistema, se basó en la visualización de los elementos desde una perspectiva gráfica e intuitiva, la cual fuera fácil y rápida de procesar y se aprovecharan todas las características de manipulación que se encuentran dentro del API de Google Maps, para el manejo de puntos dentro del mapa, así como, permitir realizar filtros de tipo para discriminar entre los datos almacenados, contar con la posibilidad de la visualización y descarga de los documentos fuentes, producto de las investigaciones.

La herramienta requiere de la autenticación del usuario, una vez que se ha iniciado sesión se presenta la interfaz principal, como se observa en la figura 1. La herramienta esta constituida por una área lateral con un conjunto de opciones y un área principal de trabajo. En la barra lateral encontramos las opciones para trabajar en el mapa, las diferentes muestras que se encuentran registradas, los artículos donde se han reportado las muestras analizadas, así

como, los perfiles de usuario. El área principal de trabajo, nos presenta un mapa, en él, se visualiza las muestras recopiladas principalmente en la Península de California, ubicadas por coordenadas de georeferencia.

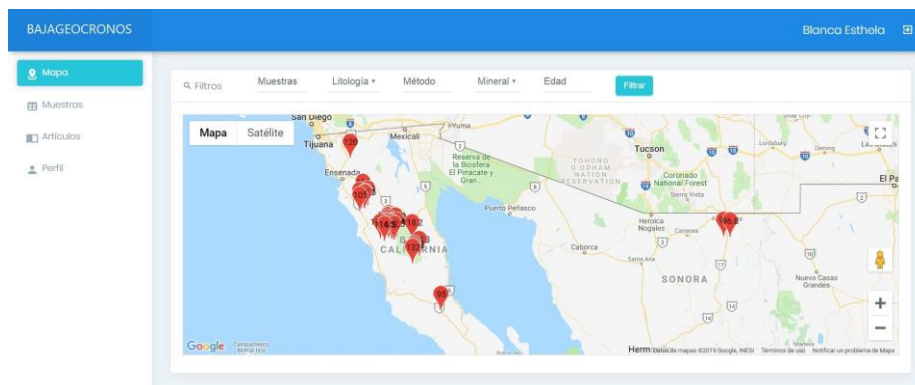


Figura 1. Interfaz principal de BAJAGEOCRONOS.

Cuando se pulsa sobre un punto de coordenada, el sistema desliza una barra lateral izquierda, donde podemos encontrar la información detallada de la muestra, tal como se presenta en la figura 2.

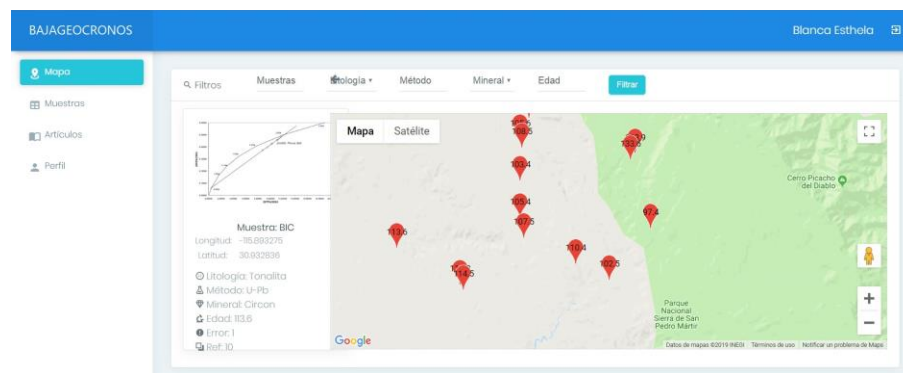


Figura 2. Interfaz principal con información detallada de una muestra en particular.

Por otro lado, la opción de muestras, nos presenta todos los registros dentro de una tabla, a los cuales podemos aplicar diferentes filtros de ordenamiento, tal como lo muestra la figura 3. Además, podemos seleccionar algún registro específico pulsando doble clic sobre el renglón, con lo que obtendremos información detallada de la muestra, presentando una interfaz con la imagen original con los resultados de la prueba tal como lo muestra la figura 4. La opción de artículos, presenta la recopilación de todas las publicaciones realizadas referentes a las diferentes muestras, la figura 5 presenta la tabla de artículos los cuales se visualizan en formato PDF.

## Resultados

Teniendo en cuenta el problema con el que se enfrentan la comunidad geológica en especial al sector estudiantil ante la falta de información, pues se encuentra dispersa, y además no todo el tiempo disponible, se desarrolló herramienta con Web la cual permite la visualización cartográfica con representaciones a partir de los datos (mapas, leyendas, etc.), con geocronología en Baja California Sur, específicamente de la técnica de U-Pb en circones permitiendo así la interacción con ellos proporcionando una salida visual de fácil uso. La implementación de esta plataforma se espera que apoye las actividades de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de Geología, con lo cual podrán incrementar la calidad de sus trabajos académicos, al disponer de una fuente de consulta más rápida y eficiente. Este sistema de administración de la información fue seleccionado debido a que los estudiantes cada vez están más familiarizados con el uso de sistemas digitales basados en la Web, por lo que se espera que sea adoptado sin problemas por parte de ellos.

Nombre	Localidad	Longitud	Latitud	Litología	Método	Mineral	Edad	Error	Ref
4-WC-2M		-105.83	30.96		U-Pb	Circon	97	1	1
T <sup>1</sup> -ESPM-3-25-4		-105.49	30.95		U-Pb	Circon	98.8	1	2
FP		-85.6465	30.9013		U-Pb	Circon	102.5	1.0	3
S1T		-85.7476	30.9227		U-Pb	Circon	103.5	1.2	4
SPT		-85.7457	30.9428		U-Pb	Circon	107.5	1.0	5
LC2		-85.6962	30.927		U-Pb	Circon	103.9	1.5	6
CIC		-85.7398	30.9623		U-Pb	Circon	103	1	7

Figura 3. Presentación de todas las muestras organizadas en una tabla.

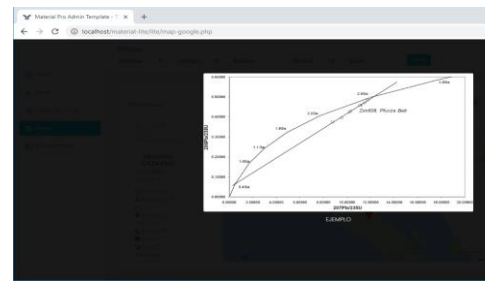


Figura 4. Imagen de la muestra tal como se publicó en el artículo original

Autor	Año	Título	Ver	Subido Por
Böhnel, H, Daigado-Argote, L.A y Kimbrough	2002	Discordant paleomagnetic data for middle-Cret	Ver	Nombre Nombre
Johnson, S.E, Tate, M.C, Fanning, C.M.	1989	New geologic mapping and SHRIMP U-Pb zircon d	Ver	Nombre Nombre
Johnson, S.E., Fletcher, J.M, Fanning, C.M.	2003	Structure, emplacement and lateral expansion	Ver	Nombre Nombre
Kimbrough, D.L, Smith, D.P, Mahoney, J.B.	2008	Forearc-basin sedimentary response to a rapid	Ver	Nombre Nombre
Ortega-Rivera, M.A, Farrar, E, Hanes, J.A.	1997	Chronological constraints on the tectonic and t	Ver	Nombre Nombre

Figura 5. Presentación de todas los artículos organizadas en una tabla.

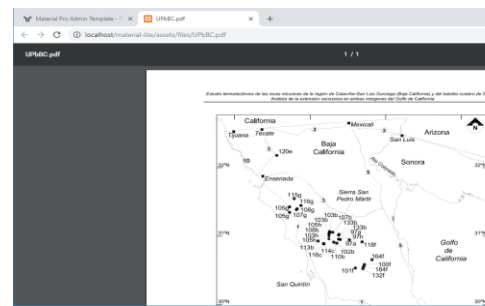


Figura 6. Interfaz que presenta el artículo en versión PDF.

## Referencias

- C.D. Tomlin. Geographic information systems and cartographic modelling. Prentice Hall., 1990.
- J. Star and J. Estes. Geographic Information Systems: An Introduction. Prentice-Hall, 1990.
- Google Maps. Consultada por Internet el 17 de Septiembre del 2019. Dirección de internet: <https://www.google.com.mx/maps>
- Google Earth. Consultada por Internet el 17 de Septiembre del 2019. Dirección de internet: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- Olaya, V. Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de [https://www.icog.es/TyT/files/Libro\\_SIG.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf). 2014.
- GeoInfoMex.. Consultada por Internet el 17 de Septiembre del 2019. Dirección de internet: <https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx>
- Cobo A., Gómez P., Pérez D., Rocha R. PHP y MySQL Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web. España: Ediciones Díaz de Santos. 2005.
- Luján Mora S. Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web. España: Editorial Club Universitario. 2002.
- Ramos M., Ramos A., Montero M. Sistemas gestores de bases de datos. España: McGraw-Hill. 2006.

## Aula Invertida: una Opción para Educación en Línea

Dr. Daniel Alcalá Wong<sup>1</sup>, MAE Pablo Saucedo Martínez<sup>2</sup>,  
MTI Michelle Padilla Torres<sup>3</sup> y MSC Antonio de Santiago Barragán<sup>4</sup>

**Resumen**—La implementación de cualquier elemento educativo, llámese planeación educativa, modelo, estrategias didácticas o incluso el desarrollo de materiales didácticos digitales, deben suscribirse en la actualidad al desarrollo no sólo del contexto local, sino también del internacional. Por lo que es necesario considerar distintas tradiciones históricas, trayectorias, modelos y enfoques.

En el mundo globalizado y bajo la influencia permanente de las nuevas tecnologías, “saber a quién se le está impartiendo el aprendizaje, permitirá aprender sobre sus características, preferencias y la mejor manera de captar su curiosidad innata”

**Palabras clave**—Flexibilidad, Autonomía, Fomento a la colaboración, Tecnología integrada y fácil de usar.

### Introducción

El papel activo del estudiante es un elemento esencial del paradigma educativo que actualmente está en proceso de construcción, resultante de la coexistencia de estudiantes y académicos con los acelerados cambios de las tecnologías en general y específicamente con las tecnologías de la información y la comunicación.

El estudiante tiene en cada momento a su alcance la posibilidad de desenvolverse en un universo virtual de aprendizaje n-céntrico, que multiplica las posibilidades de enriquecimiento tanto individual como grupal, potenciándose de esta manera la sinergia en el aprendizaje.



Figura 1. Comparativa entre Práctica tradicional y la estrategia del Aula Invertida (Manuela Aula Invertida TecNM)

<sup>1</sup> Dr. Daniel Alcalá Wong es Profesor del Área de Sistemas del Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón Coah. [danyel966@gmail.com](mailto:danyel966@gmail.com)

<sup>2</sup> MAE Pablo Saucedo Martínez es Profesor del Área de Sistemas del Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón Coah. [psaucedom@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:psaucedom@correo.itlalaguna.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> MTI Michelle Padilla Torres es Profesor del Área de Sistemas del Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón Coah. [michpad55@hotmail.com](mailto:michpad55@hotmail.com)

<sup>4</sup> MSC Antonio de Santiago Barragán es Jefe del Área de Sistemas del Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón Coah. [aga6308@yahoo.com.mx](mailto:aga6308@yahoo.com.mx)

Tal y como se muestra en la figura 1, el Aula invertida cambia la visión del papel del profesor, ya que pasa de ser expositor a guía y asesor de los aprendizajes de sus estudiantes porque adquiere un rol de diseñador de ambientes de aprendizaje más que de transmisor de la información.

¿Por qué aplicar el Aula invertida? Con el aula invertida se pueden utilizar las horas de clase “para personalizar el conocimiento en torno a cuestiones e intereses específicos de los estudiantes, permitiendo una discusión constructiva sobre los contenidos tratados en el temario” (Rosa García, 2018, pág. 28).

El aprendizaje híbrido en que convergen los ambientes de aprendizaje cara a cara y los distribuidos, “optimiza ambos ambientes” (Osorio Gómez, 2011, pág. 8).

“Facilita que los estudiantes comprendan y respondan mejor a las necesidades emocionales y de aprendizaje” (Rosa García, 2018, pág. 21).

“El Aprendizaje se desarrolla al ritmo de los estudiantes y permite que sea distinto en las distintas fases del proceso de enseñanza-aprendizaje” (Rosa García, 2018, pág. 21).

Se incluyen a continuación las razones que dan Bergmann y Sams (2012, págs. 2033) para poner en práctica el Aula invertida:

- Utiliza el idioma de los estudiantes de hoy, los cuales crecieron con acceso a internet, YouTube, Facebook, WhatsApp y muchos otros recursos digitales. Lo triste es que la mayoría de ellos llevan en sus bolsillos un dispositivo móvil más potente que la gran mayoría de computadoras que hay en las escuelas y no se les permite usarlos.

- Ayuda a estudiantes ocupados. Los estudiantes actuales tienen muchas actividades, por lo que aprecian la flexibilidad del Aula invertida, ya que pueden trabajar por adelantado con los videos en línea, como por ejemplo en el caso de una estudiante que era gimnasta y viajaba regularmente a competencias fuera del estado. Este tipo de estudiantes no solo han aprendido cómo “trabajar el sistema”: están aprendiendo valiosas lecciones de vida en la gestión de su tiempo.

- Ayuda a estudiantes con dificultades. Cuando se enseña de manera tradicional, quienes tienen la mayor parte de la atención del profesor, son los mejores y los más brillantes, aquellos que levantan sus manos primero y preguntan; el resto escucha pasivamente la conversación. En cambio, con el Aula invertida, se dedica mayor tiempo a los estudiantes que tienen dificultades en los temas.

- Ayuda a los estudiantes que tienen necesidades especiales. Los estudiantes con necesidades especiales, pueden revisar los videos tantas veces como sea necesario para aprender el material y asegurarse de que en realidad aprenden los conceptos importantes.

- Permite a los estudiantes hacer una pausa y volver a ver la explicación de su profesor. Como educadores, generalmente se tiene un plan de estudios específico. Se espera que los estudiantes aprendan los temas de la asignatura, y la mayoría de las veces se pretende que comprendan las presentaciones. Con el Aula invertida, se da el control a los estudiantes. Tienen la oportunidad de procesar a la velocidad apropiada para ellos.

- Incrementa la interacción estudiante-profesor. El Aula invertida crea una fusión ideal de educación en línea y cara a cara. A menudo se realizan minilecciones con grupos de estudiantes que están trabajando con el mismo contenido. La belleza de estas minilecciones es que se están entregando instrucciones justo a tiempo, cuando los estudiantes están listos para aprender.

- El aula invertida permite construir mejores relaciones con los estudiantes. Los profesores no solo enseñan contenido, sino también inspiran, alientan, escuchan y proporcionan una atención personalizada a los estudiantes. Esto se debe a la mayor interacción profesor-estudiante. Se solicita a los estudiantes a interactuar a través de las herramientas de comunicación que dispongan.

- Incrementa la interacción estudiante-estudiante. El papel del profesor ha cambiado a ser más un tutor que un distribuidor de contenido, se tiene el privilegio de observar como los estudiantes interactúan entre sí.

Los estudiantes desarrollan sus propios grupos colaborativos; se ayudan mutuamente a aprender.

- Permite una diferenciación real. Se tiene en clase, estudiantes con diferentes niveles de conocimiento. El Aula invertida permite personalizar el aprendizaje de los estudiantes. Para los que entienden rápidamente el contenido, hemos encontrado que, si pueden demostrar su comprensión de un determinado objetivo, reduciendo la cantidad de problemas que necesitan hacer. Para los estudiantes a quienes el curso les resulta difícil, a menudo modificamos su trabajo sobre la marcha pidiéndoles que completen solo problemas clave en lugar de todos ellos. De esta manera aprenden los objetivos esenciales y no se estancarán con algunos de los temas más avanzados que pueden solamente confundirlos.

- Cambia la gestión del aula. Bajo un modelo tradicional de enseñanza, estudiantes que de forma permanente no prestan atención en clase, generando distracción en clase y afectando negativamente el aprendizaje de los demás. Por supuesto, todavía se tiene que redirigir a los estudiantes, pues aún se tienen

estudiantes con un bajo rendimiento, pero muchos de los más grandes problemas de gestión del aula desaparecen.

- Es una gran técnica para profesores ausentes. Se puede grabar una lección para los estudiantes antes de tiempo cuando es necesario ausentarse.

- Puede llevar al Aula invertida hacia el aprendizaje para el dominio, en el que los estudiantes se mueven a través del material en su propio ritmo. Ya que todos los estudiantes ven el mismo video al mismo tiempo. Los estudiantes observan y aprenden en un sistema asíncrono donde trabajan hacia el dominio del contenido.

Muchos profesores que utilizan el Aula invertida, la estructuran de tal forma que “aproximadamente el 80% del tiempo de clase está dedicado a tratar los contenidos estudiados en casa mientras que el resto del tiempo es mucho más abierto y permite a los estudiantes hacer preguntas y explorar lo que les interesa” (Bergmann, 2016, pág. 5).

No consiste en un cambio tecnológico, únicamente aprovecha las nuevas tecnologías para ofrecer más opciones de contenido a los estudiantes. “La utilización de recursos tecnológicos es, sin duda, importante pero no absolutamente necesaria en cada paso, ya que podemos adaptar alguna de las actividades al uso de materiales más accesibles” (BIAS, 2016, pág. 8).

#### Sistema de evaluación en el Aula invertida

Evaluación formativa Bergmann y Sams (2012, págs. 85-86) declaran que mientras interactúan con los estudiantes cuando están en el proceso de aprender, hacen las correcciones a los conceptos erróneos. Que en ocasiones proporcionan asistencia muy estructurada, pero en otros momentos permiten que los estudiantes batallen con un concepto difícil porque saben que su aprendizaje será mucho más profundo.

El peso de la prueba en el proceso formativo se deja en el estudiante. Se proporcionan a los estudiantes los objetivos de aprendizaje y los recursos necesarios para que logren los objetivos, pero los estudiantes están obligados a proporcionar evidencia al profesor de que el objetivo se está logrando.

Para los estudiantes que no pueden probar que están progresando hacia el objetivo, se crea un plan de remediación personalizado, proporcionándoles recursos de libros de texto para consultar y páginas web para visitar, o ponerse con ellos a que trabajen los conceptos que no fueron entendidos.

Refieren que Ewan McIntosh equiparó la evaluación formativa a un GPS. Cuando un conductor que usa un GPS comienza a desviarse, el GPS "Recalcula" la ruta para ayudar al conductor a volver a la pista.

Hacer las preguntas correctas en la evaluación formativa Al inicio de cada ciclo escolar, Bergmann y Sams (2012, págs. 87-88) dedican tiempo para hablar con los estudiantes y conocerlos, para descubrir y entender cómo piensa y aprende cada uno. Por lo que pueden hacer las preguntas apropiadas para cada estudiante y apoyarlos para que aprendan a aprender, tomando en cuenta que cada uno tiene un nivel diferente de comprensión.

Evaluación sumativa Se requieren de acuerdo a Bergmann y Sams, (2012, págs. 88-89) evaluaciones en las que los estudiantes demuestran su dominio de los objetivos de aprendizaje.

Existen varios modelos de evaluación para el educador. Si un estudiante tiene dificultades con un tema específico, se le proporciona remediación, brindando el apoyo que necesita para dominar cada evaluación sumativa. También se permite que un estudiante vuelva a realizar una evaluación si ha logrado la calificación mínima aprobatoria, pero desea una puntuación más alta; se les deja esta decisión a los estudiantes porque también se está tratando de enseñarles a tomar responsabilidad por su propio aprendizaje.

Se tienen también una serie de evaluaciones de laboratorio que los estudiantes deben completar, en donde tienen que resolver un problema, utilizan los equipos, productos químicos y materiales disponibles.

No se permite a los estudiantes que entreguen informes deficientes. Cuando se presenta ese caso, los devuelven para su corrección. Los estudiantes que simplemente están tratando de "pasar" descubren rápidamente que es mejor hacer un trabajo de calidad desde la primera vez.

Hay que tomar en cuenta que no hay una forma única de evaluar, y no hay una manera única de dar a los estudiantes realimentación. Como siempre, hay que hacer lo que sea mejor para sus estudiantes y operar dentro de los parámetros de su entorno educativo particular.

## Tipos de aprendizaje que promueve el aula invertida

Los tipos de aprendizaje están estrechamente relacionados en el Aula invertida. El aprendizaje activo se da en diferentes momentos; en el primer instante autodidacta, analítico y reflexivo en el que el estudiante revisa los contenidos o recursos que el profesor pone a su disposición, y en el momento áulico, el estudiante junto a sus compañeros y bajo la guía del profesor, muestra una actividad propositiva, cognitiva y constructivista, volviéndose el motor del proceso invertido mediante el aprendizaje colaborativo que se da al proponer en un ambiente común las soluciones de las diversas actividades propuestas. La actividad y la colaboración se convierten en fundamentales para propiciar el aprendizaje sinérgico, mediante el cual cada uno de los integrantes del grupo es fuente y beneficiario de los conocimientos generados e incrementados en forma exponencial.

Las actividades de aprendizaje trascienden el momento áulico y los estudiantes siguen aprendiendo en cualquier lugar y en cualquier momento mediante el aprendizaje ubicuo.

Por tanto, los factores tiempo y espacio se invierten con respecto al modelo tradicional, en el Aula invertida el tiempo del aula es más constructivo para poder alcanzar competencias específicas y transversales, y el tiempo fuera del aula se convierte en una oportunidad para que el estudiante pueda entender en cualquier otro lugar, de manera autodidacta, conceptos que tradicionalmente se dan en el aula.

¿Cómo Implementar el Aula invertida? A continuación, se presentan las actividades que el profesor y el estudiante deben llevar a cabo para implementar el Aula invertida, mediante las fases de Planeación, Antes de la clase, Durante la clase y Después de la clase.

6.2.1 Planeación La fase de planeación deberá incluirse como parte de la instrumentación o guía didáctica de la asignatura considerando que:

- A partir del análisis del programa de estudios de la asignatura, es necesario identificar situaciones de la realidad que permitan abordar los temas de manera práctica y contextualizada. Es deseable que la situación de la realidad se aborde a través de un proyecto formativo, problema o caso que abarque contenidos de uno o todos los temas de la asignatura.
- Seleccionar los subtemas del programa de estudios para los que se requiere el apoyo de recursos educativos.
- Realizar la curación de contenidos, lo cual implica llevar a cabo una búsqueda de los recursos que ya se han desarrollado en la institución y de los que se encuentran disponibles de manera impresa o digital, evaluando su pertinencia para los propósitos que se han definido. En el caso de que no encuentre recursos que sean suficientemente adecuados, es necesario proceder a su elaboración, utilizando la herramienta de su preferencia o recurriendo al apoyo del personal especializado que se encuentre en la institución.
- Establecer el tiempo que tendrán los estudiantes para revisar los recursos educativos fuera de clase.
- Seleccionar los medios para la distribución de los recursos, de tal forma que el estudiante pueda tener acceso libre a la información, por ejemplo, mediante correo electrónico, grupos en redes sociales, aula virtual de su institución o en plataformas educativas.

Antes de la clase Previo a la sesión presencial, es conveniente identificar las actividades del profesor y del estudiante, las cuales se muestran en la figura 6 y se describen a continuación:

### El profesor

- En una sesión inicial, el profesor indica las situaciones de la realidad mediante las cuales se abordarán los temas a través de proyectos, problemas o casos.
- Presenta los generales del proyecto e indica los recursos educativos que el estudiante utilizará y las actividades que deberá realizar fuera de la clase, así como las evidencias que permitan verificar su cumplimiento.

### El estudiante

- Revisa los recursos educativos las veces que sean necesarias, en cualquier lugar y tiempo, propiciando el aprendizaje ubicuo, realiza las actividades que se indicaron y elabora las evidencias a presentar.
- Los estudiantes comparten entre ellos dudas, opiniones y formas de trabajar para la revisión de los recursos

didácticos, enriqueciéndose mutuamente, con lo cual se propicia el aprendizaje sinérgico, el activo y colaborativo.

### Referencias

- Davies, A., Fidler, D., & Gorbis, M. (2011). Future Work Skills 2020. Obtenido de Institute for the future: <http://www.iff.org/futureworkskills/>
- Allueva Pinilla, A. I., & Alexandre Marco, J. L. (2016). Simbiosis del aprendizaje con las tecnologías. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Area Moreira, M. (4 de Diciembre de 2017). Webquest una estrategia de aprendizaje por descubrimiento basado en el uso de internet. Obtenido de Quaderns Digitals.Net: [http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo\\_id=7374](http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo_id=7374)
- Atienza Boronat, J. (2008). Aprendizaje basado en problemas. En M. Labrador Piquer, & M. Á. Andreu Andrés, Metodologías activas (págs. 11-24). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Bautista, G., Borges, F., & Forés, A. (2006). Didáctica universitaria en Entornos Virtuales. Madrid: NARCEA.



# Evaluación de repetitividad de movimientos en estación de torque a través de herramienta JSI

Marco Antonio Aldaz Vázquez<sup>1</sup>, Karla Gabriela Gómez Bull<sup>2</sup>, María Marisela Vargas Salgado<sup>3</sup>

**Resumen—** El presente proyecto trata sobre la evaluación ergonómica realizada en una estación de sellado de extintores, debido a las molestias manifestadas por parte de los trabajadores de dicho lugar. El diseño de la presente investigación fue de tipo descriptivo, no experimental y transversal. Se realizó una evaluación de la repetitividad de los movimientos realizados con el miembro superior utilizando el método JSI, para valorar la exposición del trabajador a presentar lesiones músculo esqueléticas en muñeca, antebrazo y codo. Como resultado se obtuvo una puntuación de 53, el cual es un alto índice de estrés, esto debido a la cantidad de esfuerzos que realiza el trabajador por ciclo. En conclusión, esta actividad representa un alto riesgo de generar lesiones músculo esqueléticas en las extremidades superiores de los operadores, por lo que se recomienda implementar un plan de rotación de personal para disminuir el nivel de exposición en la tarea.

**Palabras clave—** Trabajo repetitivo, trastornos musculoesqueléticos, análisis ergonómico, movimientos repetitivos

## Introducción

En la actualidad, el crecimiento que ha tenido la industria maquiladora en México ha sido de proporciones inmensas, un punto de quiebre tanto en las relaciones internacionales del país, como en el tema de la producción y en la generación de nuevos empleos (Flores, Abreu, & Badii, 2008). Con el paso del tiempo, el impacto en el desarrollo económico de los países ha aumentado la competitividad y calidad en los productos, esto ocasiona que las jornadas de trabajo sean más exigentes y las condiciones a las que los empleados son expuestos no sean óptimas, lo cual puede propiciar la presencia de lesiones músculo esqueléticas (Álvarez, 2011).

Los trastornos músculo esqueléticos [TME] son la principal causa de algunos problemas de salud en el trabajo, ya que es común que los empleados se adapten a la tarea, se presentan a consecuencia de la sobrecarga muscular, postura, fuerza y movimientos repetitivos, provocando alteraciones en determinadas regiones de la estructura corporal del empleado, afectando tanto a músculos, como a articulaciones, tendones, ligamentos y el sistema circulatorio (Patten & Araña, 2011). De igual manera, la automatización de los procesos ha incrementado exponencialmente los ritmos del trabajo y alargando las jornadas laborales (Juno & Noriega, 2004). Ha sido un gran reto para el estudio del trabajo predecir la interacción del hombre frente a las exigencias físicas del trabajo (Ortiz & Gómez, 2013). En México, los TME representan el 38% de las enfermedades en el país, los cuales tienen en promedio un tiempo de recuperación de doce meses. Esto genera un gran impacto social ya que, el índice de incapacidad de quienes son afectados aumenta, repercutiendo en el ámbito emocional y económico, provocando gastos excesivos en las familias para poder tratar estos padecimientos (Notimex Online, 2017).

La industria de extintores es una organización de protección contra incendios, por lo cual, en las estaciones de trabajo se merecen especial importancia al momento de elegir los elementos materiales más eficaces (Guerrero, 1999). Es la utilización del agente correcto donde muestra una aplicación a la seguridad donde se perciben experiencias relacionadas con la extinción de incendios (Prada, 2009). Al igual que en cualquier empresa con actividades productivas, se presentan riesgos que se asocian a la realización de tareas, debido a que en todas las actividades que rodean a este producto existe una interacción entre máquinas, las herramientas utilizadas para el desarrollo del producto y el empleado que lo realiza (Parra, 2003). Generando un peligro, por lo que en la actualidad se busca la prevención de accidentes y enfermedades laborales mediante el uso de métodos de análisis ergonómico para evaluaciones de lugares de trabajo. En una empresa de la localidad, los trabajadores han reportado continuas molestias en el miembro superior, donde el dolor se encuentra localizado en las muñecas debido al esfuerzo que la

<sup>1</sup> Marco Antonio Aldaz Vázquez, alumno del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [al137550@alumnos.uacj.mx](mailto:al137550@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> MI. Karla Gabriela Gómez Bull, es Profesora de Tiempo completo en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en el Instituto de Ingeniería y Tecnología, en el programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas [karla.gomez@uacj.mx](mailto:karla.gomez@uacj.mx)

<sup>3</sup> Dra. María Marisela Vargas Salgado, es Profesora de Tiempo completo en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en el Instituto de Ciencias Sociales y Administración, en el programa de Licenciatura en Administración [maria.vargas@uacj.mx](mailto:maria.vargas@uacj.mx)

tarea requiere, sin un plan de rotación que aligere la carga para el empleado, el riesgo de sufrir un TME aumenta (Asensio, Bastante, & Mas, 2012).

De esta manera, el presente análisis pretende determinar, qué tan expuestos están los trabajadores a desarrollar trastornos musculoesqueléticos en el miembro superior del cuerpo, por la realización de movimientos repetitivos y muy poco descanso. En el proceso de llenado y presurizado del extintor, existe una estación que se diferencia de las demás, ya que la operación se realiza en una tarima con una altura de 16.5cm desde el suelo, consiste en el ensamble y enrosque de la válvula que contiene un sifón, en el cilindro del extintor.

### **Metodología**

Se realizó un estudio de diseño descriptivo, no experimental y transversal. Es descriptivo ya que la tarea fue observada en el ambiente laboral natural consecutivamente con la ayuda del supervisor del área, se recopiló la información de la duración de la tarea y los materiales que se utilizan. Es no experimental debido a que no se manipularon de manera intencional las variables del estudio. Y es transversal debido a que en una sola visita a la planta se tomó la muestra para el estudio del proyecto en el área de torque (Medina, 2007).

Para iniciar con el estudio, se analizó al empleado de la estación de sellado del extintor mediante torque, las características que se incluyeron en el estudio son: ser trabajador de 1er turno de la empresa, sin distinción de género, edad y antigüedad en la planta, además de no haber sufrido trastornos musculoesqueléticos en las extremidades del miembro superior. Primero se avisó al gerente de planta para que proporcionara la autorización correspondiente, después se notificó al supervisor del área para mantenerlo informado y por último se le hizo la propuesta al empleado. El trabajador aceptó participar proporcionándole la información necesaria sobre el estudio que se le efectuaría.

Se le hicieron una serie de preguntas al operador para saber cuánto tiempo estaba en la estación por turno, cuantos extintores producían por día y cuál eran las partes de su cuerpo que más le presentaban dolencias al momento de realizar la tarea. A continuación, se procedió a videograbar la operación de sellado manual y de torque del cilindro durante 10.12 minutos ya que se trata de una tarea repetitiva (Gómez-Bull, Hernández-Arellano, & Ibarra-Mejía, 2015) con la cámara trasera de un celular, grabando a la persona de la parte superior de su cuerpo, realizando 57 ciclos de trabajo en total. Se procedió a realizar el estudio, primero separando la tarea en dos partes, ya que se observó que el empleado también realizaba esfuerzos en la primera parte de la actividad: el cual se refiere al enrosque de forma manual, el propósito de esta tarea es para que la válvula no salga proyectada al momento de ser presionada por el torque.

Una vez capturados los datos, se utilizó la herramienta JSI [Job Strain Index] obtenida de la página Ergonautas, para obtener el índice de tensión en las extremidades superiores durante el desarrollo de las dos actividades, donde si el índice de JSI es igual o mayor a 7; la tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador (Mas & Antonio, Ergonautas, 2019) analizándolas primero de forma individual y enseguida de forma general para determinar cuál de las dos actividades presentó el índice más alto, y poder realizar las recomendaciones necesarias.

### **Resultados**

Para el análisis de la información, se cronometró el número de esfuerzos que realizó el empleado en un periodo de 10.12 minutos, dando como resultado una cantidad total de 112 esfuerzos percibidos, después se calculó la sumatoria de todos los tiempos que duró el esfuerzo para compararlo con el tiempo total de observación. A continuación, se despliega el proceso de análisis de las tareas por separado y al final, la evaluación de la operación completa. En la tabla 1, se muestran los tiempos de duración de los esfuerzos percibidos mediante la realización de la operación de sellado manual, que arrojó como resultado 4.635 minutos con un total de 56 esfuerzos percibidos realizados por el trabajador.

**Tabla 1.** Tiempos de duración de los esfuerzos para la tarea de "Sellado manual"

Sellado Manual	Tiempo de duración del esfuerzo percibido (segundos)								
	4.01	6	8.11	3.02	3.02	6.37	7.34	3.89	6.68
	5.5	7.33	4.61	2.47	4.07	5.31	3.19	8.38	4
	4.55	7.3	6.58	4.97	6.89	5.79	3.24	1.48	4.39
	4.86	5.86	5.04	2.97	9.45	3.88	9.24	4.66	4.95
	3.19	3.38	3.41	4.1	5.32	6.46	5.31	3.99	4.54
	3.46	8.22	3.77	6.77	3.92	3.46	5.48	5.45	8.47
	Tiempo total de esfuerzos (minutos)								

En la tabla 2, se muestra el cálculo de las variables que pondera el método que son las siguientes: intensidad del esfuerzo, postura mano-muñeca, velocidad de trabajo, la duración de la tarea por día, se agrega también la duración acumulada del esfuerzo donde nos dio un tiempo de 4 minutos con 6 segundos y 56 esfuerzos realizados durante la observación.

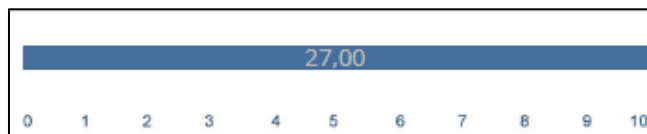
**Tabla 2.** Registro de datos en software de JSI "Sellado manual".

Descripción de la tarea	
Realiza una estimación del esfuerzo necesario para realizar la tarea una vez	Muy duro      Esfuerzo importante; cambios en la expresión facial
¿A qué ritmo desempeña su tarea el trabajador?	Regular      Velocidad de movimientos normal
Indica la posición del sistema mano/muñeca relativa a la posición neutra	Mala      Desviación importante
¿Cuánto tiempo diario dedica el trabajador a la tarea específica analizada?	>= 4h. Y < 8h.      4.01 h

Fuente: (Mas & Antonio, Ergonautas, 2019).

En la figura 1, se muestra el resultado obtenido al ingresar los datos aplicando la herramienta JSI. Debido a la cantidad de esfuerzos, la duración de los esfuerzos realizados y a lo establecido por la herramienta, Esto arrojó como resultado un índice de tensión de la tarea de 27, esto quiere decir que la tarea es de alto riesgo, el trabajador tiene una alta probabilidad de adquirir un trastorno músculo esquelético en extremidades superiores.

**Figura 1.** Índice de tensión Sellado manual.



Fuente: (Mas & Antonio, Ergonautas, 2019)

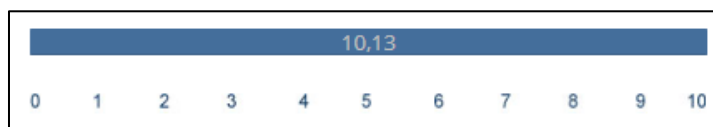
En la tabla 3, se encuentran contenidos los datos correspondientes a los tiempos cronometrados en la operación de sellado de torque, se puede observar que la duración de los esfuerzos percibidos, durante la realización de la operación de sellado con torque, tuvo un resultado de 1.656 minutos, con un total de 56 esfuerzos percibidos realizados por el trabajador.

**Tabla 3.** *Tiempos de duración de los esfuerzos para la tarea de "Sellado con torque"*

Sellado Torque	Tiempo de duración del esfuerzo percibido (segundos)								
	2.07	2.84	1.6	2.76	1.8	1.52	2.69	2.06	2.22
	2.18	2.17	2	1.94	1.41	1.33	1.7	1.48	1.85
	1.95	2.51	1.76	1.68	1.39	1.42	1.37	1.64	1.59
	1.99	1.67	2.03	1.33	1.43	1.65	1.7	1.71	2.07
	2	1.88	1.61	1.89	1.93	1.79	1.81	1.84	1.47
	1.79	1.93	1.62	1.65	2.03	1.82	1.63	1.7	2.46
	Tiempo total de esfuerzos (minutos)								

Siguiendo los mismos lineamientos que en la actividad pasada, en la figura 2 se muestra el cálculo de las variables que pondera el método JSI, esta vez la duración acumulada del esfuerzo obtuvo una duración de un minuto con 6 segundos y 56 esfuerzos percibidos durante la observación. Tuvo como resultado un índice de tensión de la tarea de 10.13, por lo que indica que la tarea es de alto riesgo para las extremidades superiores del trabajador.

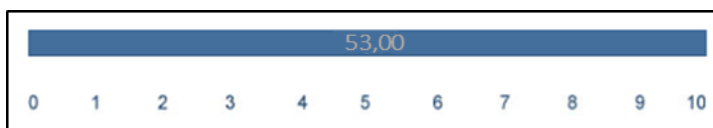
**Figura 2.** *Índice de tensión Sellado con torque.*



Fuente: (Mas & Antonio, Ergonautas, 2019)

Después de obtener el índice de tensión en las dos actividades individualmente, se observó que la actividad con mayor índice de tensión fue la operación de sellado manual, esto debido a que la duración de los esfuerzos durante esta tarea fue mayor y la desviación de la muñeca fue más alta que en la operación de sellado con torque. En la figura 3, se observa como impacta la tarea al trabajador realizando las 2 operaciones, dando como resultado, un índice de tensión de 53, un valor demasiado alto, esto debido a la repetitividad y a la duración que tiene el operador sellando los extintores.



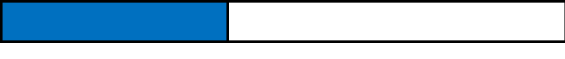


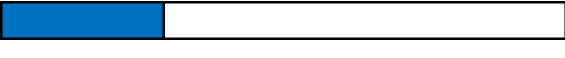
**Figura 3.** *Índice de tensión Sellado con torque.*



Fuente: (Mas & Antonio, Ergonautas, 2019)

Los factores que intervienen para que el índice de tensión sea alto y esto ocasione que la tarea no sea segura, se muestran a continuación en la tabla 4, en el cual se pudo observar cuales fueron los factores que elevaron el índice de JSI en la tarea, entre los que se encuentran: la intensidad del esfuerzo con un valor de 9, velocidad de trabajo con 1.5 y la duración de la tarea por día con valor de 1.

**Tabla 4.** Valor de los factores para la ecuación del método JSI.

Valor de los factores de la ecuación	JSI= IE * SW * HWP * DD* DE * EM
<b>IE: Intensidad del Esfuerzo</b>	
IE= 9	3                  6                  9
<b>SW: Velocidad de trabajo</b>	
SW= 1.5	0      0.5      1      1.5
<b>HWP: Postura mano/muñeca</b>	
HWP= 1	0      0.5      1      1.5
<b>DD: Duracion de la tarea por Día</b>	
DD= 1	0.25   0.5      0.75      1
<b>DE: Duración del esfuerzo</b>	
DE= 1	0      0.5      1
<b>EM: Esfuerzos por minuto</b>	
EM=0.5	0.25      0.5      1

### Conclusiones

En este trabajo se logró identificar el nivel de riesgo de la operación de sellado del extintor a través de un análisis de tarea, la cual se dividió en dos subtareas que llevaba a cabo el operador debido a los esfuerzos que realizaba en cada una de ellas y consecutivamente se aplicó la herramienta de JSI para evaluar la exposición del trabajador a presentar trastornos musculoesqueléticos a nivel del miembro superior. A través de la evaluación con el método JSI, se encontró para la tarea de sellado de extintores un nivel de estrés de 53, con estos datos se llegó a la conclusión de que la operación de sellado de extintores presenta un alto riesgo para la salud del empleado, por lo que existe un gran riesgo para los operadores de esa estación de que adquieran trastornos musculoesqueléticos, debido al gran número de movimientos repetitivos, esfuerzos que realizan y la duración de estos mismos, por lo que es necesario disminuir la intensidad de los esfuerzos realizados por el trabajador, la velocidad con la que realiza la tarea, disminuir la duración de los esfuerzos por día y la exposición de la tarea.

Aplicando un análisis de riesgo de la tarea, lamentablemente no se pueden eliminar ninguna de las dos operaciones que realiza el trabajador ya que una tarea depende de la otra, por lo que se buscará aplicar controles de ingeniería para minimizar la exposición del trabajador, ya que no se cuenta con un plan de rotación de personal. Recordando que la ergonomía busca el equilibrio entre las tareas laborales y las capacidades del trabajador, por lo que la estación completa requiere un rediseño completo en su proceso. Por lo tanto, se propondrán algunas

recomendaciones que pueden implementarse para mejorar la situación actual de la estación y que permitan reducir el nivel de riesgo.

### Recomendaciones

El principal punto en el que se recomienda actuar es la exposición del trabajador a la tarea, tal como implementar un plan de rotación de personal, se utiliza para ampliar el espectro de actividades que pueda realizar el operador, reduciendo el tiempo que el operador emplea en la tarea, la fatiga y la monotonía. Dividir la tarea, asignar a un trabajador para realizar la actividad de sellado manual y otro empleado que realice la actividad de sellado de torque. Se recomienda también un tiempo de recuperación, en el que por cada 50 minutos de trabajo repetitivo se le asignen 10 minutos de tiempo de descanso (Generalitat, 2019).

### Referencias Bibliográficas

- Álvarez, G. M. (2011). Principales patologías osteomusculares relacionadas con el riesgo ergonómico derivado de las actividades laborales administrativas. *Revista CES Salud Pública*, 2(2), 196-203.
- Asensio, S., Bastante, M., & Mas, A. D. (2012). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Madrid: Parainfo.
- Flores, R., Abreu, J., & Badii, M. (2008). Factores que originan la rotación de personal en las empresas mexicanas. *Revista Daena. International Journal of Good Conscience*, 65-99.
- Generalitat, d. (28 de septiembre de 2019). *Trastornos Musculoesqueléticos de origen laboral*. Obtenido de [http://www.gencat.cat/treball/doc/doc\\_155221](http://www.gencat.cat/treball/doc/doc_155221)
- Gómez-Bull, K. G., Hernández-Arellano, J. L., & Ibarra-Mejía, G. (2015). A Proposed Methodology for Task Analysis in Ergonomic Evaluations. *Procedia Manufacturing*, 3, 4756-4760.
- Guerrero, A. P. (1999). Extintores de incendio portátiles: utilización. *NTP 536*.
- Juno, J., & Noriega, M. (2004). Los trastornos musculoesqueléticos y la fatiga como indicadores de deficiencias ergonómicas y en la organización del trabajo. *Salud de los trabajadores*, 27-28.
- Mas, D., & Antonio, J. (05 de 09 de 2019). *Ergonautas*. Obtenido de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>
- Mas, D., & Antonio, J. (18 de 09 de 2019). *Ergonautas*. Obtenido de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>
- Medina, C. (2007). Como plantear un problema de investigación y seleccionar un diseño de estudio apropiado. *Archivos en Medicina Familiar*, 9(3), 127-132.
- Notimex Online. (2017). *México destina menos del 0.4 por ciento del PIB a enfermedades musculoesqueléticas*. México.
- Ortiz, A., & Gómez, C. (2013). Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales. *Medicina Interna de México*, 29(4), 370-379.
- Parra, M. (2003). *Conceptos básicos en salud laboral*. Chile: Oficina Internacional del Trabajo.
- Patten, S. B., & Araña, M. (2011). Trastornos musculoesqueléticos, psicopatía y dolor. *Trastornos Musculoesqueléticos Psicopatología*, 1-13.
- Prada, F. I. (2009). Química aplicada a la seguridad: agentes extintores de fuego. *Real Sociedad Española de Química*, (No. 3, pp. 213-220).
- Ruvalcaba-Torres, J. G.-B.-M.-R. (2016). Evaluación de nivel de riesgo ergonómico en la estación de cepillado de molde. *Cultura Científica y Tecnológica*, (59).

### Notas Biográficas

**Marco Antonio Aldaz Vázquez**, alumno activo del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas, cursando el nivel avanzado de su carrera, en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en Ciudad Universitaria, mismo que se encuentra realizando sus practicas profesionales en una nave industrial en donde se tomaron las pruebas para el estudio.

**MI. Karla Gabriela Gómez Bull** es maestra en Ingeniería Industrial por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y profesora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, adscrita al Instituto de Ingeniería y Tecnología en campus Ciudad Universitaria, en el departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

**Dra. María Marisela Vargas Salgado** es Doctora en Ciencias Administrativas por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y Profesora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, adscrita al Instituto de Ciencias Sociales y Administración en Campus Ciudad Universitaria, en el departamento de Ciencias Administrativas.

# SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMO MEDIO PARA TRANSPARENTAR EL MANEJO DE LOS ACTIVOS FIJOS EN LOS AYUNTAMIENTOS DE MICHOACÁN

M.A. Erik Alfaro Calderón<sup>1</sup>, M.E. Miriam Guzmán González<sup>2</sup>.

**Resumen-** Uno de los problemas que se presentan con mayor frecuencia en los municipios del estado de Michoacán es el manejo inadecuado de los activos fijos, ocasionado por la falta de controles internos y sistemas de información.

La mayoría de las observaciones por parte de los organismos fiscalizadores son en relación al patrimonio municipal, específicamente con los bienes faltantes, mal registro de los activos, falta de documentación comprobatoria, procesos inadecuados de bajas de bienes y duplicidad de cuentas contables.

El presente trabajo pretende demostrar que contar con un sistema de información permitirá contar con un control eficiente del activo fijo apegado a la normatividad y con transparencia.

**Palabras Clave:** Administración, Sistemas, Activo fijo, Normatividad

## Introducción

En la actualidad una prioridad de todos los municipios del Estado de Michoacán es contar con un eficiente control interno, además es fundamental contar con sistemas de información que les permitan tomar decisiones de una manera más eficiente, así mismo los sistemas y tecnologías de información son algunas de las herramientas más importantes disponibles para que los municipios obtengan mayores niveles de eficiencia y productividad en las operaciones, manejos contables, control de ingresos y egresos, manejo de inventarios y sobre todo en la transparencia de las operaciones.

La autonomía municipal permite que cada municipio opere los sistemas que considere más adecuados para la rendición de cuentas, lo cual ocasiona la falta de uniformidad de la información entre los municipios.

El problema de la falta de uniformidad es debido a que la autoridad responsable no ha proporcionado una herramienta adecuada a los municipios, sin embargo, es importante destacar que ya se encuentran trabajando en ello.

## Metodología

La metodología utilizada en la presente investigación está encuadrado un estudio de tipo exploratorio descriptivo, para tal caso se generará un marco teórico, sólido y suficiente, para identificar los beneficios que se tienen al contar con un sistema estratégico para el control del activo fijo, realizado un diagnóstico de los requerimientos de los municipios, así como también las causas que originan la falta de controles de los activos, para la cual se pretenden realizar cuestionarios al personal que depende directamente del control de los activos así mismo se realizará un análisis sobre que metodologías se emplean actualmente para la recolección y procesamiento de datos.

## Desarrollo

El Estado de Michoacán de Ocampo, representa el 2.99% del territorio nacional, consta de 113 municipios, además cuenta con una población de 4,584,471 habitantes, distribuidos en 69% urbana y 31% rural (INEGI, 2015), ocupando el lugar número nueve a nivel nacional por su número de habitantes.

La Constitución Política del Estado Libre y soberano del Michoacán de Ocampo, en su Título Quinto de los Municipios del Estado, en el Artículo 111, que al pie dice:

<sup>1</sup> M.A. Erik Alfaro Calderón, Profesor Investigador de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, erik.alfaro.calderon@gmail.com

<sup>2</sup> M.E. Miriam Guzmán González, Profesora de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, miriamguzgo@hotmail.com



“El Estado adopta como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre. Su funcionamiento se sujetará a las disposiciones de esta Constitución y de la legislación reglamentaria respectiva”.

Así mismo el estado de Michoacán de Ocampo se encuentra dividido en 10 regiones, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2015-2021 (Estado G. d., 2015), estas regiones son:

Región 1.- Lerma-Chapala: Briseñas, Chavinda, Ixtlán, Jacona, Jiquilpan, Marcos Castellanos, Pajacuarán, Purépero, Cojumatlán de Régules, Sahuayo, Tangamandapio, Tangancícuaro, Tlazazalca, Venustiano Carranza, Villamar, Vista Hermosa y Zamora.

Región 2. Bajío: Angamacutiro, Coeneo, Churintzio, Ecuandureo, Huaniqueo, Jiménez, Morelos, Numarán, Panindícuaro, Penjamillo, La Piedad, Puruándiro, Tanhuato, Yurécuaro, Zacapu, Zináparo y José Sixto Verduzco.

Región 3. Cuitzeo: Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro.

Región 4. Oriente: Anganguero, Aporo, Contepec, Epitacio Huerta, Hidalgo, Irimbo, Juárez, Jungapeo, Maravatío, Ocampo, Senguio, Susupuato, Tiquicheo de Nicolás Romero, Tlalpujahuá, Tuxpan, Tuzantla, Tzitzio y Zitácuaro.

Región 5. Tepalcatepec: Aguililla, Apatzingán, Buenavista, Cotija, Parácuaro, Peribán, Los Reyes, Tepalcatepec, Tingüindín y Tocumbo.

Región 6. Meseta Purépecha: Charapan, Cherán, Chilchota, Nahuatzen, Nuevo Parangaricutiro, Paracho, Tancítaro, Taretan, Tingambato, Uruapan y Ziracuaretiro.

Región 7. Pátzcuaro Zirahuén: Erongarícuaro, Huiramba, Lagunillas, Pátzcuaro, Quiroga, Salvador Escalante y Tzintzuntzan.

Región 8. Tierra Caliente: Carácuaro, Huetamo, Madero, Nocupétaro, San Lucas, Tacámbaro y Turicato.

Región 9. Sierra Costa: Aquila, Arteaga, Coahuayana, Coalcomán de Vázquez Pallares, Chinicuila, Lázaro Cárdenas y Tumbiscatío.

Región 10. Infiernillo: Ario, Churumuco, Gabriel Zamora, La Huacana, Múgica, y Nuevo Urecho.

El control es parte del proceso administrativo antecediéndole la planeación, organización y dirección, es por ello que es imprescindible abordar en primera instancia la administración.

Existen muchas definiciones referentes a la administración, las cuales están elaboradas con enfoques diferentes, sin embargo, todas y cada una de ellas señalan aspectos importantes de la administración, algunas de ellas son:

- La administración es un proceso muy particular consistente en las actividades de planeación, organización, ejecución y control desempeñadas para determinar y alcanzar los objetivos señalados con el uso de los seres humanos y otros recursos (Franklin, 2007).
- La administración es un proceso o forma de trabajo que comprende la guía o dirección de un grupo de personas hacia metas u objetivos organizacionales (Byars, 2000).
- Administración es trabajar con y mediante otras personas para lograr los objetivos, tanto de las organizaciones como de sus miembros (Montana, 2004).
- Para Wilburg Jiménez Castro, la administración es una ciencia compuesta de principios, técnicas y prácticas, cuya aplicación a conjuntos humanos permite establecer sistemas racionales de esfuerzo cooperativo, a través de los cuales se pueden alcanzar propósitos comunes que no se pueden lograr individualmente en los organismos sociales (Rodríguez, 2016).

- Fremount E. Kast, la define como la coordinación de individuos y recursos materiales para el logro de objetivos organizacionales, lo que se logra por medio de cuatro elementos: dirección hacia objetivos, participación de personas, empleo de técnicas y compromiso con la organización (Rodríguez, 2016).

Una vez analizadas las diferentes definiciones, se puede apreciar que la mayoría de los autores coinciden en definirla como una ciencia, que busca el logro de objetivos con la participación de personas, que a través de un esfuerzo colectivo, y desarrollando una serie de actividades y operaciones pueden alcanzar propósitos comunes, a través del proceso de planear, organizar, dirigir y controlar, donde el conjunto de objetivos logrados permitirá alcanzar las metas organizacionales preestablecidas.

Por lo anterior considero que este último comprende las partes más esenciales de todas y cada una de las definiciones, es por ello que esta será la propuesta de definición que se manejará para los fines del presente trabajo.

Existen diferentes definiciones respecto al control interno (Mendevil, 2002) “Es un sistema de organización, los procedimientos que tienen implantados y el personal con el que cuenta, estructurados en todo para lograr tres objetivos fundamentales:

1. Obtener información financiera veraz, confiable y oportuna.
2. Protección de los activos de la empresa.
3. Promover la eficiencia en la operación del negocio

Otra definición bien aceptada (Perdomo, 2000) “Plan de organización entre la contabilidad, funciones de empleados y procedimientos coordinados que adopta una empresa pública, privada o mixta, para obtener información confiable, salvaguardar sus bienes, promover la eficiencia de sus operaciones y adhesión a su política administrativa”.

Así mismo como señala Juan Ramón Santillana (Santillana, 2003) “El control interno comprende el plan de organización y todos los métodos y procedimientos que en forma coordinada se adopta a una entidad para salvaguardar sus activos, verificar la razonabilidad confiabilidad de su información financiera, promover la eficiencia operacional y provocar adherencia a las políticas prescritas por la administración”.

Derivado de las definiciones anteriores se pueden determinar en forma general que el control interno permite tener un buen funcionamiento administrativo, promoviendo la eficiencia de las operaciones, los procedimientos y métodos que permiten obtener información financiera veraz, confiable y oportuna, salvaguardando los activos.

Por lo anterior es menester señalar la parte normativa que señala las disposiciones a las que están sujetas los municipios, tal como lo señala la Ley Orgánica Municipal del Estado de Michoacán de Ocampo y el Consejo Nacional de Armonización Contable (CONAC).

La Ley Orgánica Municipal del Estado de Michoacán de Ocampo, (Estado, 2017) publicada en la Sección Décima del Periódico Oficial del Estado de Michoacán, el 31 de diciembre de 2001, en su Capítulo I, Del Objeto de la Ley, señala:

**Artículo 2º.** El Municipio Libre es una entidad política y social investida de personalidad jurídica, con libertad interior, patrimonio propio y autonomía para su gobierno; se constituye por un conjunto de habitantes asentados en un territorio determinado, gobernado por un Ayuntamiento para satisfacer sus intereses comunes.

En su **Artículo 22** establece en su inciso X:

X. El registro, inventario, catálogo y resguardo de bienes muebles e inmuebles propiedad del municipio, así como el inventario de los bienes inmuebles propiedad del municipio que se encuentren en comodato;

Este Artículo 22 hace referencia a su Artículo 21 derivado de la entrega recepción.

**Artículo 39.** La Comisión de Hacienda, Financiamiento y Patrimonio tendrá las siguientes funciones

VIII. Promover la organización y funcionamiento de los inventarios sobre bienes municipales;

**Artículo 59.** Son atribuciones del Contralor Municipal:

VII. Verificar que la Administración Pública Municipal, cuente con el registro e inventario actualizado de los bienes muebles e inmuebles del municipio;

La Ley de Contabilidad en su Título III, Capítulo II, artículo 23 establece los bienes muebles e inmuebles que los entes públicos registrarán en su contabilidad:

- I. “Los inmuebles destinados a un servicio público conforme a la norma aplicable; excepto los considerados como monumentos arqueológicos, artísticos o históricos conforme a la ley en materia;
- II. Mobiliario y equipo, incluido el de computo, vehículos y demás bienes muebles al servicio de los entes públicos, y
- III. Cualesquiera otros bienes muebles e inmuebles que el consejo determine que deban registrarse.”

Los registros contables de los bienes a que se refiere el artículo 23, se realizara en cuentas específicas del activo y deberán ser inventariados, y dicho inventario deberá estar debidamente conciliado con el registro contable, en el caso de los bienes inmuebles, no podrá establecerse un valor inferior al catastral que le corresponda. Los registros contables reflejarán, en la cuenta específica del activo que corresponda, la baja de los bienes muebles e inmuebles.

Es conocido por todos que en la actualidad las tecnologías de información han permitido grandes beneficios tales como:

- Reducción de costos operativos.
- Aumento en la productividad.
- Mayor número de software que permite realizar más actividades en un menor tiempo.
- Aumento de productividad.
- Disminución de errores humanos.
- Fácil almacenamiento en medios virtuales y rápida accesibilidad a la información.
- Mayor proyección de la empresa a nivel nacional e internacional.
- Facilidad para la toma de decisiones.

Si bien los ayuntamientos pueden verse beneficiados por las tecnologías de información llevando a cabo un mejor control y manejo de información, más sin embargo si no se cuenta con un correcto control interno que permita llevar un correcto registro de las operaciones o una correcta definición de las actividades de nada sirve la tecnología.

Es por ello que los municipios deberán contar con un sistema de información que incluya:

- Normas
- Metodologías
- Almacén
- Catálogo de bienes
- Niveles de responsabilidad para el resguardo
- Administración de uso y control de bienes (entradas, salidas, bajas)
- Adjudicaciones
- Donaciones
- Prescripción
- Comodato
- Expropiación
- Generación de códigos de barras

Así mismo toda la información deberá estar enlazado a un sistema de contabilidad, el cual permita establecer los mecanismos y registros desde la adquisición del bien y la generación de la cuenta determinada (codificación).

Es importante señalar que todos y cada uno de los procesos deben de estar alineados a lo que establece la Ley de Contabilidad Gubernamental, donde el órgano coordinador es el Consejo Nacional de Armonización Contable (CONAC), es la responsable de emitir las normas contables y lineamientos para la generación de la información financiera de los entes públicos, previamente formuladas y propuestas por el Secretario Técnico.

Por lo anterior, el CONAC, en el marco de la Ley de Contabilidad está obligado a contar con un mecanismo de seguimiento que informe el grado de avance en el cumplimiento de las decisiones de dicho cuerpo colegiado. El Secretario Técnico del CONAC realizará el registro de los actos que los gobiernos de las Entidades Federativas, Municipios y demarcaciones territoriales del Distrito Federal ejecuten para adoptar e implementar las decisiones tomadas por el CONAC en sus respectivos ámbitos de competencia.

También pueden ser considerados los lineamientos emitidos por el Consejo Nacional de Armonización Contable (CONAC) (Federación, 2011) la cual con la finalidad de apoyar en la transición para la aplicación de la Ley General de Contabilidad Gubernamental emite a manera de recomendación la “Guía de vida útil estimada y porcentajes de depreciación”, considerando un uso normal y adecuado a las características del bien, la cual establece: “Cuando el ente público no cuente con los elementos para estimar la vida útil, de conformidad con las Principales Reglas de Registro y Valoración del Patrimonio (Elementos Generales) publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 27 de diciembre de 2010 y con las Reglas Específicas del Registro y Valoración del Patrimonio publicadas en el DOF el 13 de diciembre de 2011, la estimación de la vida útil de un bien será una cuestión de criterio basada en la experiencia que el ente público tenga con activos similares o de la aplicación, de manera excepcional de esta Guía”

Es evidente que se debe de contar con un correcto manejo de la vida útil de los bienes, toda vez que de no hacerlo no se tendría control sobre la depreciación de los activos el cual puede realizarse por cualquiera de sus métodos existentes, ocasionando que contablemente tenga una cantidad considerable en activos.

De acuerdo a registros con los que se cuentan en la Auditoría Superior de la Federación, así como en la Auditoría Superior de Michoacán, se menciona que aproximadamente el 66% de las observaciones tanto económicas como administrativas se deben a una mala clasificación de los activos con referencia a sus cuentas contables, además del desconocimiento de la ubicación de los activos.

Estos problemas se deben a que no existe un control interno adecuado que defina cada una de las etapas que se deben realizar para el registro y control de los mismos, más aún no cuentan con sistemas de información que les permita precisar con rapidez los inventarios al día.

### Conclusiones

Los Municipios del Estado de Michoacán, se encuentran regidos por varias leyes que les establecen sus obligaciones para el manejo de los activos de los municipios, así mismo se han definido reglas por órganos de control, todo ello encaminado a tener un buen control y administración de activo fijo.

Sin embargo al existir la independencia de los municipios deben establecer los medios y las formas de realizarlo así como equipo, herramientas especializadas para esta responsabilidad, personal para dar respuesta clara a las preguntas ¿cuánto costo?, ¿dónde está?, ¿cómo se registró? , ¿quién lo tiene?, ¿contablemente se cargó en la partida correcta?, la tesorería, la contraloría del ayuntamiento y cabildo juegan un papel protagónico, y son ellos los encargados de tener al día la información, sin embargo esto no es posible ya que en la mayoría de ellos no cuentan con sistemas de información apropiados.

Es importante señalar que este es un avance del proyecto de investigación que se está desarrollando en su primera etapa.

### Referencias

Byars, R. y. (2000). *Administración troría y aplicaciones*. México D.F.: Alfaomega.

CONAG (2019). Consejo Nacional de Armonización Contable. Recuperado [https://www.conac.gob.mx/es/CONAC/Normatividad\\_Vigente](https://www.conac.gob.mx/es/CONAC/Normatividad_Vigente)

Estado, G. d. (2015). *Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán* . Morelia: Gobierno del Estado. Recuperado de <http://icti.michoacan.gob.mx/wpcontent/uploads/2019/07/pladiemDoc.pdf>

Estado, H. C. (2017). *Ley Organica Municipal del Estado de Michoacán de Ocampo*. México: Periodico Oficial del Estado. Recurado de [http://www.morelia.gob.mx/images/pdf/Listadodelegislacion2/39.ley\\_organica\\_municipal\\_del\\_estado\\_de\\_michoacan\\_de\\_ocampo.pdf](http://www.morelia.gob.mx/images/pdf/Listadodelegislacion2/39.ley_organica_municipal_del_estado_de_michoacan_de_ocampo.pdf)

Federación, D. O. (2011). *Guia de la Vida Util* . México: Cámara de Diputados.

Franklin, T. &. (2007). *Principios de la Administración*. México D.F. : CECSA.

INEGI. (2015). *Población Estado de Michoacán*. México: INEGI. Recuperado de  
<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/poblacion/>

Mendevil, V. M. (2002). *Elementos de Auditoria*. México: Thomson.

Montana, P. J. (2004). *Administración*. México: CECSA.

Perdomo, M. A. (2000). *Fundamentos del Control Interno*. México: Thomson.

Rodríguez, S. H. (2016). *Introducción a la Administración, Teoría general administrativa*. México D.F. : Mc Graw Hill.

Santillana, G. J. (2003). *Establecimientos del Sistema de Control Interno*. México: Thomson.

# MICROORGANISMOS AISLADOS DE LIXIVIADO DE RAQUIS DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) PARA SU POSIBLE BIOFERTILIZACIÓN Y DEFENSA EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Lilian Valeria Almeida Bautista<sup>1</sup>, Ignacio Valenzuela Castillo<sup>2</sup>, Fernando Mena-Olán<sup>3</sup>, Adrian Alvarado-Ovando<sup>4</sup>, Elías de la Cruz-Luna<sup>5</sup>, Kristal Jesús de la Cruz<sup>6</sup>, Susana De la Rosa-García<sup>7</sup>, Sergio Gómez Cornelio<sup>8</sup>,

**Resumen**—Se aisló y caracterizó la microbiota del proceso de lixiviación de raquis de plátano para su uso potencial en cultivos agrícolas. El raquis se seccionó en tres partes: base, intermedio y punta, dejando fermentar durante 30 días. Posteriormente, los microorganismos se aislaron utilizando la técnica de diluciones seriadas en medio del mismo lixiviado agarizado, purificando 43 cepas bacterianas. Estas cepas se sometieron a pruebas bioquímicas para determinar el potencial fijador de nitrógeno, solubilizador de fósforo inorgánico y evaluar su actividad como biofertilizante. Se determinó su actividad antimicrobiana contra *Ralstonia solanacearum*, patógeno de *Musa paradisiaca*, encontrando dos cepas con actividad inhibitoria. Los resultados preliminares sugieren que la lixiviación de punta de raquis tiene mayor cantidad de nutrientes comparado con base e intermedio, siendo de posible utilidad en las pruebas de biofertilización para cultivos agrícolas.

**Palabras clave**— nutrientes, biofertilización, inhibidor de patógenos, comunidad microbiana.

## Introducción

El plátano es un cultivo que se cosecha en todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta, las variedades cultivadas suman más de 300, se cultivan en una superficie de 10 millones de Ha-1 y se producen alrededor de 84 millones de toneladas de fruta. México está considerado dentro de los 10 países más importantes, cultivándose alrededor de 77,301 Ha-1 que producen más de 2.2 millones de toneladas anuales (Aguilar et al., 2016). Los principales estados productores de plátano en México son Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima y Jalisco, y en conjunto aportan 84.6% de la producción (SIACON y SIAP, 2011).

La producción de plátano origina una gran cantidad de desechos orgánicos como son los frutos de rechazo y el raquis principalmente, los cuales no son aprovechados adecuadamente y podrían reutilizarse como materia orgánica para el suelo (Noa-Carrizana et al., 2017). En algunas ocasiones los productores de plátano, utilizan el raquis para producir lixiviados, que sería una técnica muy recomendada para los cultivos de hortalizas y frutales puesto que este lixiviado les aporta los nutrientes necesarios que el raquis aporta, tales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre y Sodio (Álvarez et al., 2013), también se puede usar para la cosecha del mismo plátano, pues, al poseer nutrientes esenciales pueden reutilizarse para el mismo cultivo, de la misma manera la composta restante de la producción del lixiviado (raquis después de la lixiviación) se utiliza para fertilizar el suelo de cultivos de distintas frutas y verduras (Chávez-Estudillo, 2017).

El lixiviado contiene materia orgánica parcialmente descompuesta, microorganismos benéficos y alto contenido de nutrientes, especialmente Potasio (Álvarez, 2013). Además, se ha estudiado como un potencial controlador de plagas y patógenos, lo que se atribuye principalmente a la gran cantidad de microorganismos presentes en los lixiviados, más que en la propia composta (Staley et al., 2012).

Se ha utilizado el raquis de plátano en aspersiones foliares para el control de enfermedades fúngicas en plantas, estos contienen una concentración alta de Potasio, el cual tiende a inducir resistencia a algunas enfermedades. De igual forma, que las aplicaciones al 5% de Ácidos Fúlvicos provenientes del lixiviado de plátano reducen la severidad del Mildeo polvoso en rosa causado por *Sphaerotheca pannosa* (Osorio, 2011). Debido a la importancia de encontrar alternativas al uso exclusivo de productos químicos para el manejo de enfermedades y en vista de la

<sup>1</sup> Lilian Valeria Almeida Bautista es alumna de la Ingeniería en Biotecnología en la Universidad Politécnica del Centro (UPC). Tabasco, México. [joe.lilian@hotmail.com](mailto:joe.lilian@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ignacio Valenzuela Castillo es alumno de la Ingeniería en Biotecnología en la UPC, Tabasco, México. [jose.valcas@gmail.com](mailto:jose.valcas@gmail.com)

<sup>3</sup> Fernando Mena Olán es alumno de la Ingeniería en Biotecnología en la UPC. Tabasco, México. [fernando.mena.olan@gmail.com](mailto:fernando.mena.olan@gmail.com)

<sup>4</sup> Adrian Alvarado Ovando es alumno de la Ingeniería en Biotecnología en la UPC. Tabasco, México. [jesusadria\\_1999@hotmail.com](mailto:jesusadria_1999@hotmail.com)

<sup>5</sup> El MIPA Elías de la Cruz Luna es profesor en la Universidad Politécnica del Centro. Tabasco, México. [elias.luna1216@gmail.com](mailto:elias.luna1216@gmail.com)

<sup>6</sup> La Dra. Kristal ía Jesús de la Cruz es Profesora en la Universidad Politécnica del Centro, Tabasco, México. [kristaljc@hotmail.com](mailto:kristaljc@hotmail.com)

<sup>7</sup> La Dra. Susana De la Rosa-García es Profesora-Investigadora en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. [susana.delarosa@ujat.mx](mailto:susana.delarosa@ujat.mx)

<sup>8</sup> El Dr. Sergio Alberto Gómez Cornelio es Profesor en la Universidad Politécnica del Centro, Tabasco, México. [sagomezcornelio@gmail.com](mailto:sagomezcornelio@gmail.com) (autor corresponsal)

efectividad comprobada de los lixiviados de raquis de plátano variedad *Dominico-Hartón* en el manejo de diferentes enfermedades y los escasos estudios acerca del efecto de tal producto natural sobre *Fusarium oxysporum*, se planteó esta investigación con el objetivo de evaluar la eficacia *in vitro* de los lixiviados en diferentes concentraciones sobre el crecimiento micelial, tasa de crecimiento, esporulación y germinación de hongos (Ortiz-Bastidas, 2009).

El análisis microbiológico se llevará a cabo con un enfoque hacia los microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, esto se debe a que el 78% de los gases atmosféricos son representados por el nitrógeno, y a pesar de ello, este nutrimento no se encuentra asimilable en el suelo para las plantas, por lo que necesitan de microorganismos que lo fijen para poder asimilarlo, y así utilizarlo para su nutrición a través de oxidaciones producidas por los organismos durante sus procesos metabólicos (Mantilla-Paredes, et al. 2009). Por otro lado, el fósforo es uno de los macronutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas y usualmente se aplica al suelo en forma de fertilizantes fosfatados, sin embargo, gran parte de los fosfatos inorgánicos que se adicionan de esta manera se inmovilizan con rapidez y se vuelven inasimilables para las plantas, aquí es donde actúan los microorganismos solubilizadores de fósforo, puesto que estos procesan el fosfato inasimilable para las plantas a través de sus rutas metabólicas (utilizando fosfatasas) y lo reintegran al suelo en forma de fósforo asimilable, de manera que cumplen con el ciclo natural del fósforo, mientras ayudan al crecimiento de las plantas (Chen, et al. 2006).

Los lixiviados de raquis se han evaluado en el cultivo de tomate, demostrando una mayor actividad microbiana en la etapa de floración y cosecha (Muñoz & Madriñan-Molina, 2005). También han sido probados en el control del “mildiu polvoriento” en la producción de rosas (Álvarez et al., 2003). En otro estudio se observó un efecto bioestimulante sobre el crecimiento de plántulas de plátano en viveros, aumentando la producción de biomasa foliar y el crecimiento radicular cuando se adicionaron ácidos húmicos extraídos del raquis (Russo, 1995). Además el raquis ha sido empleado como ingrediente para la fabricación de harinas, papel, violes, fermentos, forraje para ganado (FAO, 2012) y como un mecanismo de germinación de semilla (Oracz et al., 2012). Por lo que el objetivo de este estudio fue la producción de lixiviado a partir de raquis de plátano con potencial uso fertilizante, así como el aislamiento de microorganismos que producen el proceso de lixiviación, para la asimilación de nitrógeno y fósforo en cultivos agrícolas

## Descripción del Método

### *Obtención de lixiviado*

La descomposición de los raquis de plátano hasta producir el lixiviado ocurre a través de la sucesión de varias etapas (Álvarez, 2013). Se forma como resultado del paso de la materia líquida en degradación a través de la materia sólida, ésta materia líquida va arrastrando distintas partículas de los sólidos por los que atraviesa; por eso el aspecto del lixiviado puede variar a distintas tonalidades de color al igual que su pH, según la materia de la cual se obtiene. La obtención del raquis consta de varias etapas: Primero se recolectaron los raquis de plátano, obtenidos de una hacienda productora de plátano en el municipio de Teapa, Tabasco, en esta hacienda se desecha el raquis de plátano diariamente, ya que es un producto secundario de dicha industria, y que no es aprovechado. En el laboratorio se prepararon los recipientes para la obtención de lixiviado. Se apilaron los raquis previamente seleccionados y se cortó de tal manera que obtuvimos tres partes: punta, intermedio y base (P: Punta, I: Intermedio y B: Base), posteriormente se pusieron en recipientes con capacidad de 1 galón para su descomposición, dividiéndolos como punta, intermedio, base y mixto (P: punta, I: Intermedio, B: Base y Mixto: M), aquí se les dieron dos tratamientos, cuatro galones (uno para cada tipo de raquis) destinados al tratamiento anaerobio y cuatro para el tratamiento aerobio y se dejaron lixiviar en condiciones ambientales por dos meses.

### *Aislamiento de microbiota*

Se realizaron diluciones en serie de cada tipo de lixiviado (punta, intermedio y base bajo condiciones aerobias) de  $1 \times 10^1$  hasta  $1 \times 10^5$  e inoculamos 200  $\mu$ l en agar nutritivo. Se aplicó la técnica de conservación en medios activos, dividiendo las placas en cuadrantes. Se dejaron incubar por cuatro días.

Se observó el crecimiento de bacterias en los diferentes tipos de lixiviados, obteniendo 32 cepas en tratamiento punta, 9 en intermedio y 3 en base.

### *Identificación por morfología*

Se realizó el método de identificación bacteriana por morfología, éste método consiste en la taxonomía clásica de los caracteres fenotípicos de la bacteria, aspectos en el medio de cultivo, propiedades fisiológicas, inhibición por diversas sustancias, etc. Las cepas fueron revisadas a través de un estereoscopio. También se caracterizaron dos hongos aislados de las muestras.

### *Identificación por Tinción de Gram*

Las bacterias Gram positivas, al tener una pared gruesa de peptidoglicano, forman más complejos, por lo tanto retienen el colorante tiñéndolas color azul/violeta, mientras que las bacterias Gram negativas poseen una capa delgada de peptidoglicano tiñendo las bacterias rojo/rosado. Es por medio de la Tinción de Gram que clasificamos en bacterias Gram positivas y negativas, respectivamente.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

El lixiviado de plátano es una sustancia obtenida de la materia orgánica parcialmente en descomposición, este posee un alto contenido de nutrientes, tales como Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Sodio (Na), entre otros, el lixiviado es además un medio de cultivo óptimo para diferentes tipos de microorganismos potencialmente útiles para la creación de biofertilizantes según la literatura, los cuales son los encargados de descomponer la materia orgánica y realizan una función en los ciclos biogeoquímicos al degradarla, es decir, microorganismos saprófitos entre los cuales encontramos una gran variedad de bacterias y hongos.

De acuerdo a los tipos de lixiviación se obtuvieron diferentes características físico-químicas del lixiviado formado en los diferentes tratamientos, las cuales se presentan en el Cuadro 1, tomando en cuenta medios aerobios y anaerobios.

	pH	DO (mg/L)	Concentración de sales (%)	Densidad (g/ml)
<b>PUNTA</b>				
Aerobio	9.41	4.6	0.87%	0.955
Anaerobio	5.56	7.3	0.53%	0.928
<b>INTERMEDIO</b>				
Aerobio	8.64	15.5	1.33%	0.970
Anaerobio	7.10	6.8	0.46%	0.907
<b>BASE</b>				
Aerobio	8.66	8.8	1.07%	0.970
Anaerobio	5.13	5.6	0.52%	0.951
<b>MIXTO</b>				
Aerobio	9.81	10.6	1.75%	0.950
Anaerobio	5.37	5.4	0.52%	0.926

Cuadro 1. Características de lixiviados punta, intermedio, base y mixto.

Después de la incubación en placas de los tratamientos P, I y B, el crecimiento microbiano se observó a partir del día 2, donde se identificó cada una de las colonias donde se observó que las bacterias crecieron en nuestro medio a pesar de contener cloranfenicol, lo que sugiere una resistencia a este antibiótico, al igual que estas bacterias eran muy invasivas que no permitían el crecimiento de los hongos en medios específicos para que estos últimos se expresaran. El mayor número de microorganismos se observó en el raquis de punta, seguido de la muestra de intermedio y luego base, lo anterior sugiere que la punta del raquis del plátano concentra una mayor proporción de nutrientes que la sección intermedia y la base.



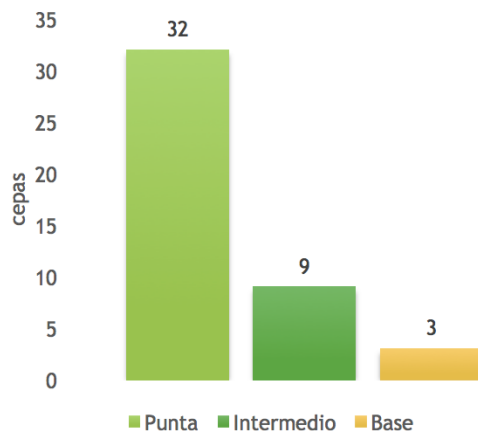


Fig. 1. Cepas aisladas de las diferentes muestras de lixiviado de plátano (P: Punta, I: Intermedia y B: Base).

Las características de las bacterias se presenta en el Cuadro 2, entre las cuales destacaron un par de actinomicetos, debido a que estas bacterias crecen en suelos y en restos orgánicos cuya descomposición se da aeróbicamente, además encontramos una enorme variedad de bacterias cuyas formas morfológicas son mayormente irregulares y en menor proporción, bacterias puntiformes y circulares; teniendo elevaciones mayormente elevadas, aplastadas y embonadas, con márgenes lobados, ondulados, enteros y un par de erizos.

Cepa	Gram	Morfología	Cepa	Gram	Morfología
A	(+)	Cocos	A1	(-)	Estreptobacilo
B	(+)	No identificada	B1	(-)	Estreptococos
C	(-)	Cocos	C1	(-)	Estreptococos
D	(-)	Cocos	D1	(-)	Estreptococos
E	(+)	Estafilococos	E1	(+)	Diplococos
G	(-)	Estreptococos	F1	(-)	Estreptococos
H	(+)	Diplococos	G1	(+)	Estafilococos
J	(+)	Estreptococos	H1	(-)	Diplococos
K	(+)	Estreptococos	I1	(+)	Estreptococos
L	(-)	Estafilococos	J1	(+)	Estreptococos
M	(+)	Neumococos	K1	(+)	Estafilococos
N	(+)	Estreptococos	L1	(+)	Estafilococos
Ñ	(-)	Estreptococos	M1	(+)	Estafilococos
O	(+)	Estreptococos	N1	(+)	Estafilococos
P	(+)	Diplococos	Ñ1	(-)	Diplococos
Q	(-)	Estreptococos	O1	(+)	Estreptococos
R	(+)	Diplococos	P1	(-)	Estreptococos
S	(+)	No identificada	Q1	(-)	Estafilococos
T	(+)	Estafilococos	R1	(+)	Estafilococos
X	(-)	Estafilococos	S1	(-)	Estafilococos
Y	(-)	Estreptococos	T1	(+)	Estafilococos
Z	(-)	Estreptococos			

Cuadro 2. Colonias de bacterias aisladas del raquis de plátano y sus principales características.

La identificación de bacterias se realizó con la ayuda de la técnica de tinción de Gram al lixiviado de 15 días de descomposición, obtuvimos una mayor proporción de bacterias Gram negativas en nuestras muestras de las cuales los estreptococos se encontraban frecuentemente a diferencia de las espiroquetas y vibrios, por medio de esa misma tinción de Gram se pudieron observar esporas melanizadas de hongos, como se observa en el Figura 2.

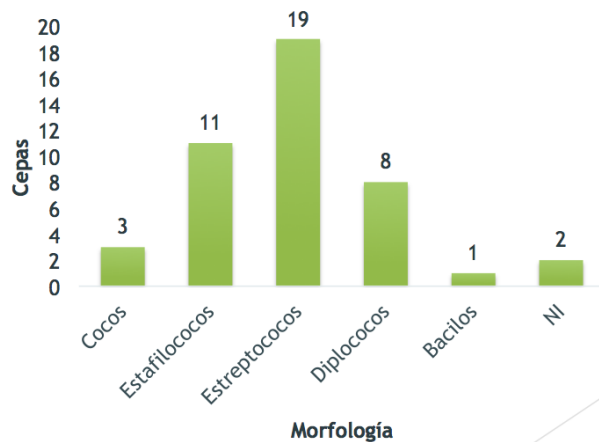


Fig. 2. Características morfológicas de las bacterias aisladas en las diferentes muestras de raquis de plátano.

### Conclusiones

La caracterización microbiológica de los lixiviados se realizó con la finalidad de comprender las características de las bacterias para las posterior pruebas en la aplicación como control biológico de cepas patógenas y asimilación de nutrimentos en suelo. El lixiviado y los microorganismos que en el se desarrollan son prometedores para el sector agrícola debido a las propiedades que poseen y las alternativas de uso en las que se pueden aplicar, entre las que se encuentran la cantidad de minerales presentes en ellos, que podrían ser adecuados para enriquecimiento del suelo, así como el estudio de la diversidad de los microorganismos presentes y sus usos potenciales.

### Referencias

- Aguilar-Lara, J.L., Noa-Carrazana, J.C., Córdova-Nieto, C., Ortiz-Ceballos, G. & Escobar-Hernandez, M. (2016). Presencia de Sigatoka (*Mycospharella sp.*) en parcelas diversificadas de plátanos, en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. En: Joaquín-Medina, E., Escobar-Hernandez, R., Ibañez-Martínez, A., Marín-Andrade, A., Graillet-Contreras, S.E., y Merchat-Cruz, I. (eds.), Manejo sostenible del cultivo del plátano. Edit. Ed. BUAP, Teziutlán Puebla. pp: 46-61.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Ceballos, G. & Gañán, L. (2013). Producción de lixiviado de raquis de plátano en el eje cafetero de Colombia. CIAT, Colombia.
- Chávez-Estudillo, V. Valencia-Ordoñez, A., Córdova-Nieto, C., Flores-Estebéz, N., Jarillo-Rodríguez, J., Noa-Carrazana, J.C. (2017). Lixiviados de Raquis de Plátano: Obtención y Usos Potenciales. Universidad de Alicante. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad.
- Chen YP, Rekha PD, Arun AB, Shen FT, Lai WA, Young CC. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Appl Soil Ecol.* 2006; 34(1):33-41.
- FAO. (2012). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Statistical Yearbook 2012 World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. pp. 369.
- Hernández, R., Ramírez, T., Noa-Carrazana, J.C., Rodríguez-Fernández, R., Cañal, M.J., Flores Estévez, N., Corujo, M., Noceda, C. & Ventura, J.C. (2007). Generation of five new *Musa* hybrids with resistance to black sigatoka and high yield. *Amer. J. Agric. & Biol. Sci.* 2(2):43-48. Doi. 10.3844/ajabssp.2007.43.48.
- José Luis Aguilar-Lara, J. C.-N.-C.-H. (2016). PRESENCIA DE SIGATOKAS (*Mycospharella sp.*) EN PARCELAS DIVERSIFICADAS DE PLÁTANOS, EN EL MUNICIPIO DE Tlapacoyan, Veracruz. 46-61.
- Mantilla-Paredes, Andrea J, Cardona, Gladys. I, Peña-Venegas, Clara P, Murcia, Uriel, Rodríguez, Mariana, & Zambrano, María M. (2009). Distribución de bacterias potencialmente fijadoras de nitrógeno y su relación con parámetros fisicoquímicos en suelos con tres coberturas vegetales en el sur de la Amazonia colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 57(4), 915-927. Retrieved July 09, 2019, from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442009000400002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000400002&lng=en&tlng=es).

Muñoz, R. E. & Madriñán-Molina, R. (2005). Efecto de lixiviados del raquis de plátano sobre la actividad y biomasa microbiana en floración y cosecha del tomate. *Acta Agronómica* 54(1): 19-24. Doi. 10.15446/acag.

Noa-Carrazana, J.C. & Flores-Estévez, N. (2008). Los plátanos en el ecosistema de montaña y su relación con el virus del rayado del plátano (BSV). En: Sánchez-Velázquez, L.R., Díaz-Fleischer, F., Galindo-González, J. (eds.), *Ecología, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Montañas en México*. Ediciones CONABIO, Editorial MUNDI PRENSA, DF, México. pp. 379-393.

Osorio-Gutierrez L.A., Castaño-Zapata J., Gutiérrez-Ríos L.B. (30 de Junio de 2011). EFICACIA in-vitro DE LIXIVIADOS DE PLÁTANO SOBRE *Fusarium oxysporum* SCHLECHT, CAUSANTE DE LA PUDRICIÓN DE RAÍCES DE ARVEJA (*Pisum sativum* LINNEO). 20(1), 17-25.

Oracz, K., Voegelé, A., Tarkowská, D., Jacquemoud, D., Turecková, V., Urbanová, T., Strnad, M., Sliwinska, E. & Leubner-Metzger, G. (2012). Myriganone A inhibits *Lepidium sativum* seed germination by interference with gibberellin metabolism and apoplastic superoxide production required for embryo extension growth and endosperm rupture. *Plant & cell Physiology*. 53:81-95. Doi. 10.1093/pcp/pcr124.

Ortiz-Bastidas, M. F. (2009), Evaluación de la actividad de raquis de banano (*Musa AAA*), Plátano (*Musa AAB*), y banano orito (*Musa AA*) sobre el agente causal Sigatoka Negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en condiciones in vitro (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador.

Russo, R. 1995. Efecto de un bioestimulante hímico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (*Musa AAA* subgrupo "Cavendish" clon Gran Enano). *Agronomía Mesoamericana*. 6:130-133.

SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. 2011. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=181&Itemid=426](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426) (Consulta: junio a octubre 2011).

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. <http://www.siap.gob.mx/> (Consulta: junio a octubre 2011).

Staley, B.F., de los Reyes, F.L. & Barlaz, M.A. (2012). Comparison of bacteria and archaea communities in municipal solid waste, individual refuse components, and leachate. *FEMS Microbiol. Ecol.* 79(2):465-473. Doi. 10.1111/j.1574-6941.2011.01239.x.

# Diseño y Propuesta de un Modelo de Mantenimiento de Planta para el Sector de la Industria de Clase Mundial, Caso BHE

Ing. Juan Luis Alvarado Acosta<sup>1</sup>,  
Rodolfo Martínez Gutiérrez<sup>2</sup>

## RESUMEN

La industria de exportación en la Frontera Norte de México, principalmente en Tijuana, es considerada como la reducción de costos de las grandes empresas. El mantenimiento preventivo es actividad que no genera valor, es considerada como una actividad desafortunada, pues cuando todo funciona bien, no se necesita o no se percibe, sólo cuando el equipo falla o empieza a generar desperdicios, fallas del aire acondicionado. **Objetivos:** Desarrollo de un sistema mantenimiento integral y autónomo, que incluye los equipos de edificio: aire acondicionado, sistema de extracción, aire comprimido, sistema de tratamiento de agua y ósmosis inversa, bombas de vacío, etc., solo en el primer año, posteriormente se documentarán los mantenimientos realizados por personal externo durante los servicios, **Conclusiones:** La implementación de un sistema de entrenamiento y certificación de competencias de conocimiento para el personal técnico de equipos relacionados al edificio, al realizar únicamente mantenimientos preventivos, los mantenimientos correctivos se reducirán. **Palabras clave:** Mantenimiento, servicios externos, Plan de mantenimiento, presupuesto.

## SUMMARY

The export industry on Mexico's Northern Border, mainly in Tijuana, is considered to be the cost reduction of large companies. Preventive maintenance is activity that does not generate value, is considered as an unfortunate activity, because when everything works well, is not needed or not perceived, only when the equipment fails or starts to generate waste, air conditioning failures. **Objectives:** Development of a comprehensive and autonomous maintenance system, which includes building equipment: air conditioning, extraction system, compressed air, water treatment system and reverse osmosis, vacuum pumps, etc., only in the first year, Maintenance carried out by external staff during the services will subsequently be documented, **Conclusions:** The implementation of a training system and certification of knowledge competencies for technical team personnel building-related, by performing only preventive maintenance, corrective maintenance will be reduced.

**Keywords:** Maintenance, external services, Maintenance plan, budget.

## INTRODUCCIÓN

La industria de exportación en la Frontera Norte de México, principalmente en Tijuana, específicamente a esta compañía caso de estudio se mencionara como BHE, dedicada a la manufactura de placas electrónicas, conocida por su estilo de negocio como *Contract Manufacturing* (CM), tomo la decisión estratégica de cambiar de edificio, debido al crecimiento de su cartera de clientes e incremento en ventas; los equipos de edificio actuales fueron reemplazados por equipos nuevos y de alto costo en mantenimiento, esta decisión incrementó los costos de la operación, de los recursos (personal técnico) y las pólizas de servicio para mantenimiento, entre otros, los cuales se deben de mejorar y controlar, para apoyar a la permanencia del negocio.

En el periodo del 2005 al 2015, la compañía BHE situada en el Parque Industrial Internacional (FINSA) contaba con un edificio que se mantenía con un bajo nivel de mantenimiento, edificio construido en la época de los 80's, con equipos adquiridos de transferencia (usados), enfocada principalmente en la producción y ventas para sus inversionistas. En el 2015, esta maquiladora de placas electrónicas y arneses, cambió de razón social, pasando a ser parte de la compañía multinacional BHE, lo que generó un cambio de cultura organizacional, incluyendo las áreas de soporte, iniciado por un proyecto ambicioso de adquisición de edificio, en otra ubicación, al doble de tamaño actual

<sup>1</sup> Ingeniero Industrial en Manufactura, Instituto Tecnológico de Tijuana. Tijuana, Baja California, [juan.alvarado19@tectijuana.edu.mx](mailto:juan.alvarado19@tectijuana.edu.mx)

<sup>2</sup> Doctor en Estudios del Desarrollo Global, Instituto Tecnológico de Tijuana. Tijuana, Baja California, [rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx](mailto:rodolfo.martinez@tectijuana.edu.mx)

(de 10,000 metros cuadrados a 19,000 metros cuadrados), con inversiones en mejoras/ajustes a un costo mayor de 5 millones de dólares americanos, para producir placas electrónicas, específicamente.

Ante este nuevo edificio, se espera de los departamentos de soporte el aplicar la mejora continua, enfocado a la reducción de costos por mantenimientos especializados, por este motivo se realizó esta investigación, la cual estará dirigida al departamento de mantenimiento de Edificio.

La tecnología de la información aplicada a equipos del nuevo edificio, entregará información (datos) en tiempo real para análisis de fallas y mantenimientos, nueva práctica que será respaldo de este proyecto.

## 1. DESARROLLO

En la industria maquiladora, el mantenimiento preventivo es de suma importancia para garantizar la producción y ventas, evitando paro de líneas y maquinaria, con la que se transforma la materia prima a producto terminado.

La seguridad en el desarrollo de los servicios internos, realizados por los técnicos en mantenimiento de edificio, así como los servicios externos de parte de contratistas y personal técnico especializado, es de suma importancia, de manera que el departamento de Seguridad e Higiene, en conjunto con el supervisor y el gerente de edificio, ponen en primer lugar, para resguardo de la salud laboral del personal, mediante la utilización y puesta en marcha de procedimientos de manera que estos cumplan con las regulaciones gubernamentales, así como de aseguradoras y clientes, donde el enfoque está íntimamente ligado a la seguridad en el trabajo, la documentación y permisos de trabajos de alto riesgo son realizados de manera diaria y cotidiana, realizándose cada vez que se solicita una orden de trabajo, también la entrega de equipo de protección personal y la disposición de material peligroso.

La importancia en la realización del mantenimiento preventivo a los equipos de Planta, donde los servicios principales (agua tratada, alumbrado, aire acondicionado, aire comprimido, vacío, piso ESD, limpieza de pisos y sanitarios), garantizará a la empresa, el no correr riesgos operativos y dará larga vida a los equipos, optimizando la rentabilidad del negocio, minimizando el costo y maximizando la utilidad y calidad en los servicios de edificio.

La imagen empresarial es importante para BHE, como atractivo para clientes actuales y futuros, las buenas prácticas de manufactura (acrónimo en inglés: “*Good Manufacturing Practices*”, GMP), garantizarán el crecimiento de la empresa y de la región, generando nuevos empleos e incrementando dividendos para sus inversionistas.

El plan de mantenimiento preventivo, pero principalmente en la negociación y conciencia de la relevancia del mismo, hace que esta investigación tome importancia, pues se desarrolló un Plan estratégico-metódico que demostró, la realización de mantenimientos a equipos de edificio, mediante una estrategia de reducción de costos y proyectos de ahorro, utilizando los recursos de manera adecuada, realizando mantenimientos de manera interna y reduciendo los servicios externos, logrando que el departamento de mantenimiento de edificio opere de manera óptima, realizando cambios importantes los cuales se pueden repetir en otras empresas hermanas.

Comúnmente, los departamentos de servicio y mantenimiento, dedicados a entregar soporte al proceso productivo, se ve minimizada su importancia, ya que no contribuyen directamente en el valor del producto de venta, participando solo como gasto operativo, el cual se incluye de manera despreciable y casi nula en las cotizaciones del producto, cuando se costea el material y mano de obra.

Esto genera que se vea al departamento como un gasto, ya que se le menciona sólo cuando algo no está funcionando, la falta de energía, de aire comprimido, cuando hace calor o frío y el aire acondicionado no funciona adecuadamente, cuando no se lavan los sanitarios o cuando no hay agua.

Mas sin embargo, cuando un servicio de Planta se detiene, daña o hace falta, toda la operación se detiene, pues los equipos funcionan con energía eléctrica, aire comprimido y vacío primordialmente, la materia prima requiere de un control de humedad y temperatura para su transformación y conservación, el agua tratada y potable es indispensable para los procesos, en fin, nada funciona sin estos servicios.

Delimitación del estudio:

- a. Este estudio se desarrolló en la compañía BHE.
- b. Específicamente en el departamento de Mantenimiento de Edificio,

- c. Presupuesto y gasto 2018 al primer semestre del 2019, del departamento,
- d. Revisión e interpretación de la información disponible y autorizada,
- e. Manuales de equipos y proveedores de servicio,
- f. La información utilizada será solo la autorizada por la compañía BHE.
- g. Limitante: El acceso a la información financiera del departamento 370, del 2018 a junio 2019.

Por ser un nuevo edificio y equipo nuevo, no se cuenta con una línea base de consumos, presupuesto y mantenimiento, equipos de reciente generación, costos de operación, equipos diferentes a los del otro edificio en tamaño y tecnología, edificio de 194,000 metros cuadrados contra 96,000.

La alta gerencia local está pasando por un periodo de cambios, transferencia de líneas de mando y nuevas formas de administración.

Los procesos asociados a la gestión del mantenimiento deben ser innovadores, metódicos, planeados y liderados por la alta administración, involucrando desde el personal operativo hasta los gerentes (Espinosa et al., 2008); definitivamente no debiera de haber algún problema relacionado a la productividad en los métricos de las empresas, más sin embargo las compañías se dedican más a las ventas y al cumplimiento de normas internacionales ISO, dejando de lado la gestión de los mantenimientos de equipos de edificio, involucrándose en la mejora continua de los procesos productivos.

Gasca, Maira C, Camargo, Luis L, & Medina, Byron. (2017). Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial. Información tecnológica, 28(4), 111-124. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400014>

La administración del mantenimiento sólo se revisa cuando pone en riesgo las ventas por afectaciones a la productividad y calidad de los productos, algunas ocasiones se revisa el estado de las instalaciones, basándose en principios de 5S, creyendo que es suficiente para dar una buena impresión a las visitas, tanto de clientes como de corporativo.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM), tiene un impacto positivo en las organizaciones; tiene una amplia utilización en un rango extenso de industrias; está unido, generalmente a grandes corporaciones; y que el modelo de implantación más utilizado es el del *Japan Institute of Productive Maintenance* (JIPM), en su alcance “*Production TPM*”, optando muy pocas empresas por la implantación del concepto “*Company Wide TPM*”.

Marín-García, J., & Martínez, R. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9 (3), 823-853.

Mas sin embargo, TPM se vuelve todo un reto, cuando se descobija la obtención Justo a tiempo (JIT) de las partes de reemplazo, calibraciones y herramientas para la realización del mantenimiento.

Para el logro del TPM dentro del departamento de mantenimiento de edificio, es necesario crear la cultura de organización y estandarización, con base en la iniciativa de mejora 5S, a su vez, esta deberá de ser soportada con entrenamiento al personal, el uso de dispositivos a prueba de error (*Poke-Yoke*), cambios rápido de modelo (SMED) y siempre asegurando el bienestar y seguridad del personal., la planificación de los servicios internos y externos, así como la supervisión y registros de la operación y seguridad, deberán de considerarse dentro de las actividades básicas diarias, como parte esencial de la casa del TPM.



Esta actividad se cargará al actual sistema de control de Activos (EAM) para su control cíclico y permanencia, como un sistema de aseguramiento de la realización y calidad.

Se revisó la información financiera (presupuesto de antes y actual) del departamento 370 (*Facilities*), también la mejora continua y técnicas de TPM, según la empresa BHE y su relación con mantenimiento.

Departamento de mantenimiento y cuentas relacionadas al departamento 370. A continuación se muestra en la tabla 3.1 una lista de números de cuentas.

**Tabla 2: Lista de números departamentales y cuentas.**

No. Departamento	Nombre	Activo
100	Other Administration	Activo
110	General Manager	Activo
130	Accounting	Activo
160	Human Resources	Activo
180	Quoting	Activo
190	Information Technology	Activo
310	Purchasing	Activo
330	Mfg. Management	Activo
340	Mfg. Management & Supervision	Activo
360	Program Management	Activo
365	Production Scheduling	Activo
370	Facilities	Activo
400	Manufacturing Engineering	Activo
425	System Configuration Support	Activo
440	Quality Assurance	Activo
450	Test Engineering	Activo
465	Environmental Health & Safety	Activo

*Fuente: elaboración propia, lista departamental, BCS, BHE intranet, 2019*

La muestra fue relacionada a la Información del 2018 al primer semestre del 2019, presupuestos asignados a mantenimiento, por cuenta, departamento. Los demás departamentos de mantenimientos de equipo, quedaron excluidos, debido al alcance y delimitación de esta investigación. También se incluyó las técnicas más comunes de TPM y de mejora continua, descritas en apartados anteriores.



**Tabla 3: Números de cuentas, Mantenimiento de edificio 370.**

# Cuenta	Descripción de Cuenta	Presupuesto
53020	<i>Production Hand Tools</i>	\$0.00
53030	<i>Expensed Small Equipment</i>	\$1,000.77
53060	<i>Safety Supplies/Materials</i>	\$300.00
53100	<i>Repair and Maintenance</i>	\$1,500.00
54700	<i>Janitorial &amp; Trash</i>	\$2,500.00
54800	<i>Repair &amp; Maintenance-B</i>	\$2,000.00
55500	<i>Equipment Rental</i>	\$1,665.00
55625	<i>Equipment Maintenance</i>	\$0.00
60013	<i>Other Professional Fees</i>	\$1,200.00
	Disponible	\$10,165.77

*Fuente: Elaboración propia, numero de cuentas y montos en dólares americanos, sistema BCS, Enero 2019*

El método utilizado fue un comparativo de gastos de cada año, se verificaron tendencias, validando el incremento/decremento en base a las ventas, justificando la relación de gasto-venta-porcentaje por mantenimiento. Se realizó un levantamiento de los sistemas que conforman la lista de activos relacionados con el departamento de Planta, considerando costos de servicios, partes y frecuencia de realización, para la realización del Plan de Mantenimiento.

**Tabla 4: Plan de Mantenimiento de Equipos de Planta.**

PREVENTIVE MAINTENANCE , FACILITIES ANNUAL PLAN				ANNUAL	6 MONTHS								2019
				2 MONTHS	MONTH								
NOTE: no corrective maintenance and Cleaning material included				TOTAL COST: \$ 98,216.43 USD									
Asset	Description	CLASS	Assigned To	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	TOTAL	
TM-003887	Air Compressor Atlas GA90VSD (2016)	AIR	ALVARL					\$ 1,278.00			\$ 4,813.60	\$ 6,091.60	
TM-005978	CLASS 3 Coating Room SAGEM	AIR	ALVARL				\$ 671.25	\$ 2,380.00				\$ 3,051.25	
AHU (X27)	Air Handling Unit	HVAC	ALVARL	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 9,680.00	
HUM (X8)	Humidifiers	HVAC	ALVARL						4,680.00			\$ 4,680.00	
TM-006023	Air Compressor Atlas GA90VSD (2017)	AIR	ALVARL	\$ 4,813.60				\$ 1,278.00				\$ 6,091.60	
TM-006029	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #1	HVAC	ALVARL	\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75	\$ 4,993.30	\$ 12,868.30	
TM-006030	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #2	HVAC	ALVARL		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75		\$ 1,968.75	\$ 4,993.30	\$ 1,968.75	\$ 12,868.30	
TM-006031	Extractor	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006038	3 Phase water pump armstrong Vertical type, split coupling (15 H.P.)	HVAC	ALVARL	\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 2,000.00	
TM-006039	3 Phase water pump Armstrong Vertical Type, split coupling (20 H.P.)	HVAC	ALVARL		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00		\$ 500.00	\$ 2,000.00	
TM-006041	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006042	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating industrial	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006045	Extractor EA-09 (Coating PVA)	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006046	Extractor EA-08 (Coating PVA)	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006047	Extractor EA-07 (Coating Paint Cabing)	EXHAUST	ALVARL	\$ 100.00						\$ 100.00		\$ 200.00	
TM-006048	Extractor de fibra EA-05	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006049	Extractor de fibra EA-04	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006050	Extractor EA-03 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00	
TM-006051	Extractor EA-02 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00	
TM-006052	Extractor EA-01 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL		\$ 80.00						\$ 80.00	\$ 160.00	
TM-006053	Extractor EA-13 (Oficinas)	EXHAUST	ALVARL				\$ 80.00					\$ 80.00	
TM-006054	High Voltage Air Switch, 15 KV, Incoming Section, 1 - 2000 kVA & 1-750 kVA Switc	ELECTRICAL	ALVARL									\$ 1,557.03	
TM-006055	RO (X2), WATER THREAMENT SYSTEM	OSMOSIS	ALVARL									\$ 17,660.00	
TM-006056	Edificio General CPA	BUILDING	ALVARL	\$ 778.86	82	\$ 778.86		\$ 778.86	2,162.16	\$ 778.86		\$ 5,277.62	
TM-006058	VACUUM PUMP (2017)	VACCUM	ALVARL							\$ 4,520.72		\$ 4,520.72	

Item	Description	Category	Material	Unit	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Total
TM-005978	Air Compressor Atlas GA90VSD (2017)	AIR	ALVARL														\$ 6,091.25
HUM (X8)	Humidifiers	HVAC	ALVARL													4,680.00	\$ 4,680.00
TM-006023	Air Compressor Atlas GA90VSD (2017)	AIR	ALVARL														\$ 6,091.60
TM-006029	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #1	HVAC	ALVARL														\$ 12,868.30
TM-006030	Air Cooled Variable Speed screw Chiller #2	HVAC	ALVARL														\$ 12,868.30
TM-006031	Extractor	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006038	3 Phase water pump armstrong Vertical type, split coupling (15 H.P.)	HVAC	ALVARL														\$ 2,000.00
TM-006039	3 Phase water pump Armstrong Vertical Type, split coupling (20 H.P.)	HVAC	ALVARL														\$ 2,000.00
TM-006041	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006042	Inyector de aire parte externa del cuarto de coating industrial	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006045	Extractor EA-09 (Coating PVA)	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006046	Extractor EA-08 (Coating PVA)	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006047	Extractor EA-07 (Coating Paint Cabing)	EXHAUST	ALVARL														\$ 200.00
TM-006048	Extractor de fibra EA-05	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006049	Extractor de fibra EA-04	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006050	Extractor EA-03 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL														\$ 160.00
TM-006051	Extractor EA-02 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL														\$ 160.00
TM-006052	Extractor EA-01 (SMT/WAVE)	EXHAUST	ALVARL														\$ 160.00
TM-006053	Extractor EA-13 (Oficinas)	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006054	High Voltage Air Switch, 15 KV, Incoming Section, 1 - 2000 kVA & 1-750 kVA Switc	ELECTRICAL	ALVARL														\$ 1,557.03
TM-006055	RO (X2), WATER THREAMENT SYSTEM	OSMOSIS	ALVARL														\$ 17,660.00
TM-006056	Edificio General CPA	BUILDING	ALVARL														\$ 5,277.62
TM-006058	VACUUM PUMP (2017)	VACCUM	ALVARL														\$ 4,520.72
TM-006063	Extractor EA-06 (Coating Paint Cabing)	EXHAUST	ALVARL														\$ 160.00
TM-006251	Filter Cabing Industrial Coating Room	EXHAUST	ALVARL														\$ 2,400.00
TM-006252	Filter Cabing SMT/WAVE	EXHAUST	ALVARL														\$ 4,000.00
TM-006342	KITCHEN Inyector Centrifugo 1500HP/1PH230V/6.8 FLA	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006343	KITCHEN Extractor #1 Centrifugo 1850 CFM con grasera	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-006344	KITCHEN Extractor #2 Centrifugo 2050 CFM con grasera	EXHAUST	ALVARL														\$ 80.00
TM-007266	Barrera vehicular (x3) acceso a BHE	BUILDING	ALVARL														\$ 1,750.00
<b>TOTAL</b>																	\$ 98,216.43

Fuente propia, Plan de Mantenimiento Anual Abril 2019



Cada año, se revisan y se actualizan los proyectos de mantenimiento y gasto a futuro, realizado cada noviembre, previo al cierre y solicitud del presupuesto para el ciclo entrante, donde participan cada líder departamental y gerentes, revisado por la dirección de finanzas y Gerencia General.

Al enviarse la petición al corporativo, este regresa el documento con sus observaciones, así como su aprobación con sus respectivas modificaciones. Los cambios y ajustes se realizan en la aparición de proyectos de inversión y nuevas tecnologías, donde se contemplan, no siempre, partidas designadas a presupuestos, cuando no, este debe de ser considerado como parte del gasto corriente, volviendo a lastimar el recurso pre-asignado.

En la primera sección, se desarrollaron preguntas para ver el nivel y conocimiento básico de mantenimiento, para garantizar que el personal entrevistado conociera el tema de la investigación.

La mayoría de los entrevistados, comentan que cuentan con un plan de mantenimiento personal, mostrando la importancia que este representa en la vida cotidiana, más sin embargo, no realizan esta actividad en todos los servicios básicos de una casa, esto lleva a que la mitad se realice a pesar de no tener impedimento en realizar estas acciones.

En la segunda parte de la encuesta, se tocaron temas de mejora continua y entrenamientos, se puede observar que la mitad tiene conocimientos de mejora continua, que conocen al líder-campeón de mejora, pero solo reconocen la iniciativa "5 S" y la mitad conoce los métricos con los que son medidos sus departamentos.

En la tercera parte, se realizaron cuestionamientos de participación en proyectos, indicador donde el tema de presupuestos es discutido, no solo como parte del ahorro, más bien como impulsor del mismo.

La actividad de proyectos a nivel ingeniería es parte fundamental para la compañía y clientes que esperan reducción de costos, principalmente a material y tiempos de labor, demostrando las encuestas que solo un 21% del personal aún no ha participado en estos proyectos, de manera formal, los que sí, han tenido dificultades para terminar a tiempo, con varias variables a considerar, pero la más significativa es el presupuesto, siendo mayoría los ingenieros a cargo de realizar las mejoras, lo contrario con los técnicos que son los que realizan los trabajos específicos y no participan directamente en los proyectos, solo como soporte, la gerencia al igual que los ingenieros tienen el mismo problema, pues la solicitud y justificación para la obtención de presupuesto en proyectos de mejora no van alineados.

En la cuarta parte, se abordó el tema de presupuesto, en 2 secciones: la primera dirigida a gerentes, líderes departamentales, ingenieros y personal técnico, la segunda a gerentes y líderes departamentales solamente.

El 94% del personal entrevistado declaró que cuenta con un contrato por tiempo definido, el cual el 87% tiene las herramientas básicas para desempeñar sus labores diarias, pero cuando se trata de la compra de materiales, estos no se compran, solo el 19% está seguro y el 81% no siempre se obtiene como una práctica del día a día, el principal motivo conocido es, de nuevo, la falta de presupuesto con un 87%.

Al encuestar a los gerentes y líderes departamentales, los cuales confirmaron que si se tiene un presupuesto base y además participan de manera regular y anual en la revisión de provisiones para los siguientes ciclos, confirmaron que lo que se pide, no corresponde a lo revisado previamente, ya que no se les da a conocer la base de su presupuesto hasta el momento que este es colocado en el sistema BCS, el 75% no está de acuerdo al monto asignado y las diferencias radican en la falta de información, comunicación, conocimiento en finanzas y control de presupuesto, las recomendaciones hechas por ellos mismos son la revisión de los recursos, de manera periódica.

De acuerdo a la muestra de esta investigación, donde el total de técnicos de mantenimiento de edificio es igual a 5, la muestra se tomó solo a 2 técnicos, representando el 40% del total del universo, suficiente para que la muestra sea representativa.

Del total de ingenieros, se realizó la encuesta a 10, donde el universo es de un total de 12, representando el 83% del total, a su vez, de un universo de 8 gerentes y 2 líderes departamentales, se tomó la encuesta a 4, la cual representa el 40%.

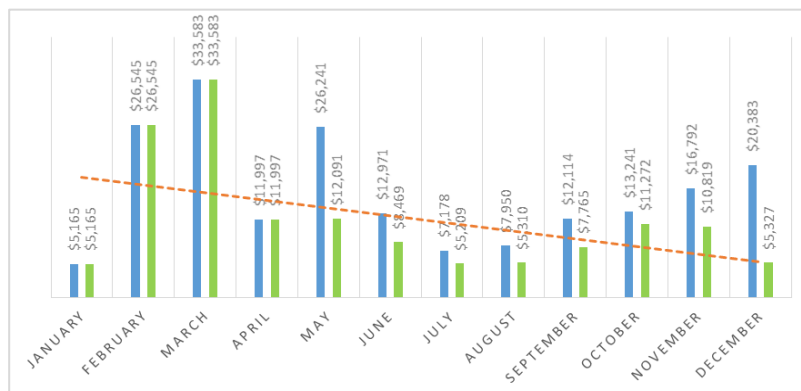
Esta muestra fue adquirida en Julio 2019, debido a cambios internos, el universo actual pudo cambiar en días o semanas.

### 3. RESULTADOS

Los datos de esta investigación fueron recopilados de los sistemas de administración de presupuesto y activos, así como de algunos manuales de equipos, en relación directa con activos de edificio, dejando de lado los equipos de manufactura y procesos productivos. Las encuestas fueron realizadas de manera presencial, debido a políticas de uso de correos en la empresa BHE.

Como resultado de la investigación, se ratificó la necesidad de desarrollar un Plan integral de Mantenimiento, con costos de servicios y partes, para análisis y detección de oportunidades de mejora, donde se visualiza este ahorro significativo respecto al año corriente y el plan mejorado.

**Gráfica 2: Costos mensuales de Mantenimientos a edificio.**

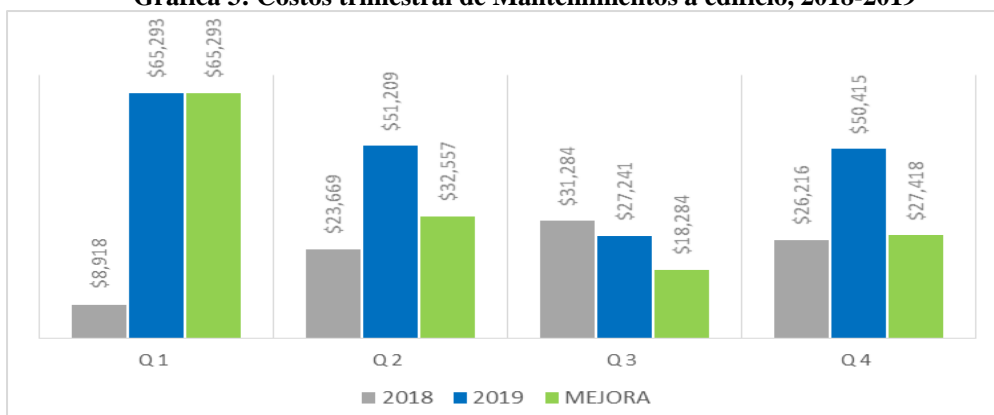


*Fuente propia, extracto del Plan de mantenimiento y mejora aplicada, Julio 2019*

La tendencia de ahorro va mejorando, según avanzan los meses, esta mejora se realizó tan solo con detectar los equipos y servicios externos que, con previa evaluación y realización de la documentación, se decidió realizarlos nosotros mismos, pues los técnicos y el superviso evaluaron y demostraron a la gerencia de edificio tener la capacidad para la realización y la herramienta, siguiendo los pasos y revisiones de actividades del proveedor, se podrá obtener al final del año ahorros en el costo total de mantenimiento de \$50,606 dólares americanos, el 26% del costo total anual.

Trasladando estos costos por trimestres, donde se comparó el año 2018, 2019 y las mejoras propuestas, se logra observar que aún se puede reducir el costo de los mantenimientos, con solo absorber los servicios externos a internos.

**Gráfica 3: Costos trimestral de Mantenimientos a edificio, 2018-2019**



*Fuente propia, extracto del Plan de Mantenimiento, Julio 2019.*

Esta investigación mostro el sentir de los gerentes respecto a problemas que normalmente no se comentan a los demás niveles administrativos, la falta de compromiso relacionado a proyectos de ahorro y mejora, la nula o reducida confianza, a pesar de las evaluaciones y presentaciones a la alta Gerencia, donde los proyectos bien justificados y redituables, simplemente no avanzan, principalmente por no compartir la información financiera con el staff gerencial, el cual necesita ser entrenado, para manejo efectivo de la información y presupuesto.

Esta situación ha permeado a los ingenieros, dejándolos sin motivaciones, reduciéndolos de agentes de cambio a desarrolladores de propuestas, por lo general solo se queda en proyectos y buenas intenciones, gastando tiempo y generando el desánimo general.

La distribución y propaganda de la información financiera de manera abierta dará más oportunidad y conocimiento a los líderes de proyectos, motivándolos a enfocarse en lo urgente e importante, la actualización de métricos y su seguimiento es de suma importancia, todos deben de tener el conocimiento básico para localizar sus indicadores clave departamentales y cuestionar el cómo poder contribuir a lograr las metas.

La herramienta que facilita esta comunicación es el Hoshin Kanri, pero al estar estático sin revisiones y sin mostrarlo al personal, la herramienta carece de sentido, siendo una técnica poderosa se vuelve una sobrecarga, al no tener movilidad, pierde su razón de ser, se genera descontrol y pasividad en los proyectos y metas departamentales.

Se detectó que el departamento de mantenimiento de edificio, se utiliza el TPM de manera parcial, pues el taller de trabajo esta desordenado, las partes están revueltas y falta implementar las 5S, Empresa Visual, principalmente.

Por otra parte, el tiempo extra no es requerido como actualmente se está planeando, pues las actividades de preparación se realizan en tiempo ordinario, dejando la actividad principal para después, cuando esta se debe planear en tiempo normal, la nula visión del supervisor al estar su cubículo al otro lado del edificio deja al personal técnico a merced de iniciar actividades a destiempo, a posibles pérdidas de material y herramienta, debido a que no se tienen controles visuales ni inventarios electrónicos.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se desarrolló esta investigación en la Administración de la Producción y Calidad, como su área de trabajo, basada en los objetivos propuestos en capítulos anteriores, basado en la realización y análisis de un plan de mantenimiento mejorado, documentando los servicios externos para lograr aprender y replicar estos de manera interna, la obtención de herramienta especializada (donde aplique), generando procedimientos y manuales de mantenimiento, con su lista de verificación respectivamente, dando de alta estos servicios en el sistema de gestión de activos EAM, generando ahorros y mejoras en la aplicación de estos mantenimientos, desarrollando experiencia para el personal técnico y supervisor.

Estas actividades alimentaran al sistema EAM, donde se generaran métricos que validen los existentes en el Hoshin Kanri, cumpliendo y convirtiéndose el departamento en un ejemplo a seguir de mejora de actividades, ahorros y ejecución de iniciativas Lean.

A su vez, se propone la generación de un pizarrón de indicadores de proceso clave para mantenimiento incluyente, donde el departamento de instalaciones de edificio sea el pilar y los demás departamentos de mantenimiento realicen las mismas acciones como parte de las mejores prácticas, para el cumplimiento de sus objetivos productivos, de calidad y mejora.

Cada servicio externo, se deberá de revisar desde su solicitud y necesidad, pues, no todos se pueden absorber o replicar internamente, debido a su naturaleza, seguridad y complejidad, también, en la manera que sea posible, de deberá de generar el enunciado del trabajo (conocido por sus siglas en inglés como “SOW” o “*Statement of Work*”) de manera estándar, para cotización de los servicios, entregándose a cada uno de los proveedores para sorteo.

Se recomienda realizar esta práctica cada 6 meses como mínimo, con todos los proveedores, analizar los trabajos y decidir cuál servicio es el siguiente a ser absorbido, previamente documentado. Esta actividad, traerá ahorros duros a la compañía y al departamento, además de darle más capacidad y empoderamiento al personal técnico, así como la experiencia y mantenimiento autónomo, parte del TPM.

Como práctica diaria, los recorridos al inicio de cada turno, el registro en minutas electrónicas y la actualización del pizarrón de indicadores de proceso clave para mantenimiento incluyente, aportara una visión a toda la compañía de cómo se deben de hacer las cosas, logrando ser un ejemplo de mejora continua, mostrando métricos alcanzables y ligados al Hoshin Kanri, para cumplimiento de los objetivos de Corporativo, de clientes internos y externos.

Se sugiere a la empresa BHE la puesta en marcha de estos pasos para los demás departamentos, como una metodología de mejora, independientemente de la implementación de las iniciativas de *Lean Manufacturing* actuales y de uso interno, siempre y cuando se tenga la aprobación e involucramiento de la alta gerencia:

1. Generar lista de equipos, con requerimientos a detalle (mantenimientos preventivos, calibraciones, costos de servicios externos, partes de reemplazo, consumibles).
2. Analizar y desarrollar un Plan de Mantenimiento mejorado, identificando los servicios internos por relevancia (calidad y costo) como candidatos a ser absorbidos.
3. Realizar el SOW para estos equipos y cotizar (mínimo 3 cotizaciones).
4. Revisar la información, seleccionar al proveedor y documentar los servicios, se recomienda que personal técnico esté presente en todo momento.
5. Revisar el ahorro y poner en práctica el servicio de manera interna, registrando las actividades, herramientas y partes en el sistema EAM.
6. Documentar el ahorro como parte de los logros de mejora del departamento y colocarlo en el pizarrón de indicadores de proceso clave para mantenimiento.

Estas acciones se logran realizar en periodo de 3 a 6 meses, los ahorros y la generación de conocimiento es redituable 100% para la empresa y para el personal. Este método para generar ahorros y cumplir las metas del departamento de mejora, se pueden trasladar a los demás departamentos, más sin embargo no queda limitado como técnica y pasos estrictamente metódicos sin opción a mejorarse, las técnicas de *Lean Manufacturing*, 6 $\sigma$ , TPM, la implementación de Análisis de modo y prueba de fallo (PFMA) enfocado a mantenimiento, conocido como Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM o *Reliability Centred Maintenance*,) y otras tantas más, pueden contribuir enormemente al mejoramiento de esta investigación a futuro.

Esta investigación logró alcanzar los objetivos específicos planteados, así como el objetivo general, ya que se desarrolló un Plan de mantenimiento preventivo mejorado, presentado en capítulos anteriores, para el departamento de Mantenimiento de Planta-edificio, de acuerdo a un presupuesto revisado y pre-autorizado, al presentarse con meses de anticipación el departamento de finanzas y la gerencia general lograron realizar acciones para apartar recursos a cuentas específicas para el departamento 370 (departamento de mantenimiento de edificio), asegurando el funcionamiento óptimo de los servicios de equipo de edificio y reducción de gastos al absorber los servicios externos de alto costo, al utilizar el sistema EAM para registros y seguimiento puntual de los mantenimientos, ahora internos.

Una de las actividades básicas del departamento, deberá ser la aplicación de las 5S, para organizar no solo el taller de mantenimiento, herramienta y partes, principalmente para facilitar la búsqueda de material a tiempo, para el manejo de inventarios apropiados y sin desperdicios, por seguridad del mismo personal, apoyado de técnicas de Empresa Visual, etiquetando los anaqueles de herramienta y partes, manteniendo el anaquel de químicos actualizado y seguro, inventariando y revisando las existencias de herramienta de alto costo, utilizando calendarios y rutinas diarias asignadas a cada técnico de aseo en sus áreas de trabajo, colocando ayudas visuales de los riesgos de trabajo propios de las actividades del personal de mantenimiento de edificio y, principalmente, poner el ejemplo como encargado del departamento a subordinados.

Como equipo de soporte, el cliente solicitará órdenes de trabajo de manera expedita, siempre tener la actitud de servicio, estar dispuestos a servir en tiempo y forma, apoyando a los clientes que, por la urgencia de su solicitud estará angustiado, dándole soluciones y tiempos de entrega razonables, sin dejar de lado las actividades primordiales del departamento.

Como parte del análisis financiero, se mostró que se puede lograr ahorros tangibles en el corto plazo, trayendo confianza a la alta gerencia para con los gerentes y líderes departamentales, al utilizar el método básico de un Plan de Mantenimiento mejorado, con datos duros y ahorros en el corto plazo, validando y documentando los servicios externos e internos, manteniéndose activos los proyectos de ahorro, cumpliendo los métricos departamentales y controlándolos, mediante herramientas visuales como pizarrones de desempeño y Hoshin Kanri, generando un torbellino virtuoso de mejora continua.

## 5. REFERENCIAS

AEA members. (2018). JEL Classification System / EconLit Subject Descriptors. 2019, de American Economic Association Sitio web:



<https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php?view=jel#M>

- Asaka, T., & Ozeki, K. (2007). Manual de herramientas de calidad: El enfoque japonés. Madrid: TGP Hoshin S.L.
- Artículo. Definición de Ética, Javier Ferrer, María Paz de Andrade, Maite Nicuesa, David Yanover, Cecilia Bembibre,
- Arencibia Fernández, J. (2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 1 (1), 1-8.
- BHE inside intranet. (2018). Procedures and Documentation. 2019, de Benchmark Electronics Inc. Sitio web: <http://inside.bench>
- Bureau of Business Practice. (1900). The Memory jogger. Waterford, CT: Bureau of Business Practice.
- Brassard, M., Ritter, D., & GOAL/QPC,. (2018). The memory jogger 2: Tools for continuous improvement and effective planning.
- Deming, W. E. (2013). The essential Deming: Leadership principles from the father of quality. New York: McGraw-Hill.
- Deming, E. W. (1982). Out of crisis. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology.
- Domingo, A. J., & Arranz, M. A. (2006). Calidad y mejora continua. San Sebastián: Editorial Donostiarra.
- Ethical Traveler destination, Jeff Greenwald, Michael McColl, Gregg Butensky <https://ethicaltraveler.org/reports/destinations/the-worlds-ten-best-ethical-destinations-2018/>
- García Alcaraz, J., Romero González, J., & Noriega Morales, S. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. Contaduría y Administración, 57 (4), 173-196.
- Gutiérrez, P. H., & Vara, S. R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández Gómez, A., Escobar Toledo, C., Larios Prado, J., & Noriega Morales, S. (2015). Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial. Contaduría y Administración, 60 (1), 82-106.
- Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Ingeniería Industrial, XXXVII (1), 2-13.
- Hirano, H. (2018). 5 Pilares de la Fabrica Visual: La fuente para la implantación de las 5S.
- Madrigal, M. R. (2018). Control estadístico de la calidad. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Inzunza, S. M., Blanca, S. L., Padilla, S. G., & American Psychological Association. (2006). Manual de estilo de publicaciones de la American Psychological Association. México, D.F: Editorial El Manual Moderno.Spencer, L. M., y Spencer, S. M. (1993). Competence at work. USA. John Willey and Sons Inc.
- INEGI. (2019). México en cifras; Baja California. 2019, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=02>
- INADEM. (2018). Sectores estratégicos. 2018, de Instituto Nacional del Emprendedor Sitio web: <https://www.inadem.gob.mx/sectores-estrategicos-por-estado/baja-california/>
- Infor. (2019). Campus plus info EAM. 2019, de Infor builds business software Sitio web: <https://webassets.infor.com/resources/Brochures/campus-plus-for-eam.pdf?mtime=20190821091727>
- Imai, M. (1992). Kaizen (Ky'zen): The key to Japan's competitive success. Singapore: McGraw-Hill.
- McCarthy, D., & Rich, N. (2015). Lean TPM: A Blueprint for Change. Burlington: Elsevier Science.
- Lefcovich, M. (2009). TPM mantenimiento productivo total: Un paso más hacia la excelencia empresarial. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor.
- Mantenimiento productivo total. (1993). Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción.
- Marín-García, J., & Martínez, R. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. Intangible Capital, 9 (3), 823-853.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total productive maintenance. Cambridge, Mass: Productivity Press.
- Ohno, T. (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Cambridge, Mass: Productivity Press.
- Przekop, P. (2006). Six Sigma for business excellence: A manager's guide to supervising Six Sigma projects and teams. New York: McGraw-Hill.
- Sánchez, R. J. (2007). Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM). Buenos Aires: Monografías.
- Stephen P.Robbins , Mary Coulter , Octava edición 2005, Administración, México PEARSON EDUCACIÓN,
- Socconini L. (2018). Lean Company - Beyond Manufacturing. Agosto 2018, de LeanSixSigma Institute Sitio web: <https://www.leansixsigmainstitute.org/post/copy-of-lean-company-beyond-manufacturing>.

Suárez Fragas, Y., & Medina Peña, D., & Hernández Alfonso, P. (2015). Sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de equipos (módulos administración y solicitud de servicio). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24, 85-90.

TMP Video Communications Corporation., & Association for Manufacturing Excellence (U.S.). (1997). *Kaizen blitz*. Wheeling, IL: AME.

World Economic Forum. (2018). *The global competitiveness report: 2017-2018*. New York, USA: World Economic Forum. Consultado el 16 de agosto, 2018. Disponible en <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>

# La percepción de la ética pública de las alumnas de Ciencia Política y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Zumpango

Alenka Alvarado Alvarado<sup>1</sup>, Rocio Alejandra Albiter Rojo<sup>2</sup>,  
Tamara Naomi Rodríguez Pérez<sup>3</sup>, Karen Joselin Clima Rodríguez<sup>4</sup> y Mtra. Ana María Hernández Díaz<sup>5</sup>.

**Resumen**— La investigación describe la percepción de estudiantes mujeres de nivel superior sobre la ética pública y la pregunta orientadora es ¿Cuál es la percepción de la ética pública que tienen las alumnas de nivel educativo superior? El tipo de investigación fue cualitativa y a nivel descriptivo, se aplicó la técnica de cuestionario, en una población de 51 estudiantes, cuya edad oscila entre 19 y 22 años de edad y elegidas a través de un muestreo intencionado. Los hallazgos evidencian que las alumnas dan un calificativo de regular a la ética pública de los servidores públicos, así mismo llama la atención que relacionan la ética pública principalmente con los valores y además señalan que los más corruptos son los hombres.

**Palabras clave**— Percepción, ética, ética pública, servidores públicos y corrupción.

## Introducción

México vuelve a caer en el índice de percepción de la corrupción que elabora la Organización de Transparencia Internacional, en su edición 2018, que corresponde al último año, el país obtuvo una calificación de 28 puntos, colocándose en el lugar 138 de una lista de 180 países, cayendo así tres lugares respecto del año anterior y ubica a México como el país más corrupto de los participantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y del G-20 junto con Rusia.

En este tenor, se considera que el fenómeno de la corrupción se genera por diversos factores, pero en esta ocasión, pensamos que se suscita por la falta de ética pública de las personas, por ello es importante no perder de vista lo que significa dicha ética pública.

La ética son los hábitos o costumbres, su objeto de estudio es la moral y la acción humana, también es la reflexión sobre la moral vivida, la ética tiene que ver con buenas elecciones, con forjarse buen carácter y requiere de un ser humano libre y que pueda hacer un buen uso de la libertad, la ética es una actividad reflexiva que nos ayuda a delimitar los buenos principios y actuar en consecuencia. (Mendieta, 2000: 661).

La ética pública es definida por Oscar Diego Bautista en términos de disciplina, que orienta la conducta de los servidores públicos hacia un comportamiento sustentado en valores, el ser humano, al fin y al cabo, es un animal político como señala acertadamente Aristóteles, actúa tanto a nivel individual como social. Lo que significa que la ética pública si está vinculada a la conducta de las personas tanto en lo interior como exterior y en consecuencia de acuerdo a sus actos se opinará si es o no ético.

Al respecto el Código de Ética de los servidores públicos del gobierno federal, busca establecer un conjunto de principios, valores y reglas, de integridad que orientan, en un marco de aspiración a la excelencia, el desempeño de las funciones y la toma de decisiones de las personas servidoras públicas, asumiéndolos como líderes en construcción de la nueva ética pública.

Desde el punto de vista normativo es un avance que en México se tenga un Código de Ética, pero aún con él, existen actos de corrupción, qué falta por hacer, para que los servidores públicos no tengan conductas contrarias a las leyes, códigos, reglamentos y todo lo que involucra normas.

Por consecuencia, la ética en la administración pública es una ética aplicada, debido a que en todo momento el servidor público se encuentra tomando decisiones que puedan beneficiar o perjudicar a las personas.

## Descripción del Método

### Metodología

El enfoque de esta investigación es la percepción que tienen las alumnas de Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Zumpango, ya que presenta características cualitativas y descriptivas, de manera cualitativa como lo plantea Gregorio Rodríguez Gómez y otros, en la metodología de la investigación, la investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas. Las técnicas que fueron utilizadas son: la observación, la entrevista y la participación.

<sup>1</sup>Alenka Alvarado Alvarado es alumna de Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Zumpango. [alenkaskaska@gmail.com](mailto:alenkaskaska@gmail.com)

<sup>2</sup>Rocio Alejandra Albiter Rojo es alumna de Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Zumpango. [chioar1@hotmail.com](mailto:chioar1@hotmail.com)

<sup>3</sup>Tamara Naomi Rodríguez Pérez es alumna de Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Zumpango. [TAMIZ\\_RP@HOTMAIL.COM](mailto:TAMIZ_RP@HOTMAIL.COM)

<sup>4</sup>Karen Joselin Clima Rodríguez es alumna de Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Zumpango. [Karencitharodriguez@gmail.com](mailto:Karencitharodriguez@gmail.com)

<sup>5</sup>Mtra. Ana María Hernández Díaz docente del Centro Universitario UAEM Zumpango. [diazher8@yahoo.com.mx](mailto:diazher8@yahoo.com.mx)

De acuerdo con Tamayo y Tamayo M, el trabajo puede considerarse como una investigación descriptiva, ya que la investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre un grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente. Con la finalidad de tener y medir algunas variables, obteniendo la información que se requería, y así poder cumplir con el objetivo.

Dado que el procesos social es aquel donde los individuos y las organizaciones participan, por el simple hecho de ser sociales genera conflicto, pero este conflicto es superable no gracias a la capacidad del egoísmo prudente del ser humano, sino gracias a su disposición natural y a la capacidad de solucionar problemas, la ética en la administración pública es una ética aplicada, debido a que en todo momento el servidor público se encuentra tomando decisiones que benefician o perjudican a los ciudadanos, entonces se utilizan juicios que no sirven para evaluar el comportamiento ajeno.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

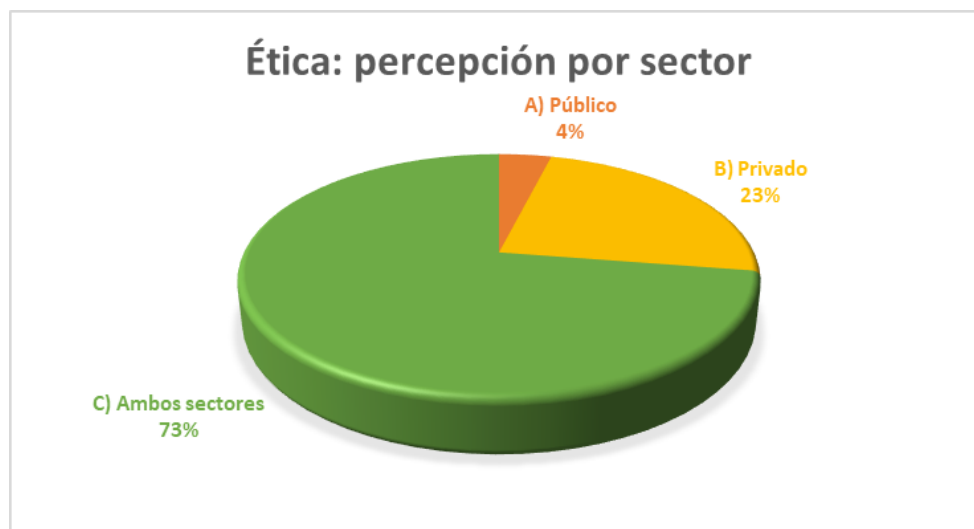
La aplicación del instrumento fue llevada a cabo de manera directa en 51 alumnas a través de una encuesta, al analizar la información que se recolectó, se destaca: las alumnas de Ciencia Política y Administración Pública perciben que el concepto de ética pública tiene que ver más con la capacidad de razonar en cada momento. Situación que se muestra en la gráfica No. 01.



Asimismo, se puede notar en la gráfica número No. 02, que, según la percepción de las alumnas, los valores que promueven más la ética pública son: la rectitud, tolerancia, liderazgo, honradez y franqueza. Siendo ésta última la opción con mayor nivel de porcentaje en las encuestas aplicadas.



En cuanto a la percepción que tienen las alumnas con relación a la ética en diversos sectores, en la gráfica No. 03 resulta que su mayor atención fue a ambos sectores, es decir, tanto público como privado, pues se muestra un mayor porcentaje en el resultado de su opinión sobre la evaluación ética de los sectores.



Previo a la recopilación de información acerca del fenómeno a estudiar, se inició el trabajo con la investigación en distintas fuentes como: documentos escritos, artículos en línea, archivos multimedia, entre otros, a fin de tener una visión general del tema.

Al recabar la información por medio de los cuestionarios, también se observó que las alumnas en formación profesional, no tienen un concepto claro de ética pública, si bien, el 45.9 % de ellas, relacionan el término con la resolución de problemas; sin embargo, el 54.9 % es decir, más de la mitad de las encuestadas, perciben que tanto hombres como mujeres, promueven la ética pública por medio de los valores en el ámbito público, así como en el privado. De acuerdo al Código de Ética, si hay ausencia de estos valores, se puede generar un conflicto, pero si se tienen valores sólidos, se puede afrontar o evitar la falta de capacidad de personal en los ámbitos de gobierno.

Debido a que la ética pública trata de definir lo que está bien y lo que está mal para la sociedad, es una de las claves de un gobierno moderno, para el desarrollo de un servicio profesional dirigido por servidores públicos honestos y confiables, que no caigan en manos del monstruo de la corrupción.

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se puede entender por qué México volvió a caer en el índice de percepción de la corrupción, que elabora la Organización de Transparencia Internacional, ya que las personas que están cursando una formación profesional en el ámbito del servicio público, no tienen una correcta percepción de qué es la ética pública y en qué consiste.

Por lo cual, hablar de actitud, es hablar de conducta, y de acuerdo con la investigación, se demostró que las alumnas piensan que un profesional carece de vocación por falta de actitud y aptitud. Si bien, se tiene consciencia de que la ética de las personas se da en una formación integral y depende del sistema de valores que los individuos aprenden desde su hogar, con su familia. Por lo tanto, si se pretende mejorar la ética pública sería oportuno iniciar desde la formación de esos valores en el seno de las familias. Ya que, si se sigue el camino apropiado, es decir, actuar con ética en todos los aspectos de la vida, se puede evitar que la ambición o el fenómeno de la corrupción, desvíen esta herramienta de conducta.

Otro hallazgo que se demostró, es que las alumnas piensan que en la sociedad es el mayor ámbito donde debe haber ética, al tener en cuenta que perciben como acto de ética pública, el respetar la opinión de los demás, debido a los valores que promueve la misma, ya que estos se fundan en conocimientos y normas racionales.

Es importante recordar que las instituciones y, dentro de ellas, la honestidad de los servidores públicos de alto mando, es punto clave para el desarrollo. Por ello, es preciso reconocer que esa honestidad es muy difícil de generar cuando las instituciones arrastran una larga historia de ineficiencia, ambición y corrupción.

Por lo tanto, es de suma importancia conocer qué tipo de gobierno es ético, bajo qué principios debe actuar y qué valores deben guiar su conducta. Ya que debido a la corrupción que se ha mostrado en los distintos niveles de

gobierno, la sociedad no tiene la confianza en los servidores públicos y esos actos influyen en las acciones de las personas que están en formación profesional.

Al final de esta investigación se llegó a la conclusión de que no basta con tener ordenamiento que propongan y limiten el comportamiento de los servidores públicos. Debido a que lo verdaderamente importante es que se terminen los privilegios políticos para que así el servidor que haga mal uso de los recursos públicos pueda ser vinculado a proceso, para así poder devolver un poco de credibilidad a las acciones de gobierno y que las personas en general puedan tener una mejor percepción de la ética pública.

### Referencias

- Código de Ética de los Servidores Públicos del Gobierno Federal, Secretaría de la Función Pública, Principios Constitucionales (en línea), febrero 2017. Consultado por internet el 03 de septiembre del 2019. En:  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/188651/CodigoEticaServidoresPublicosdeAPF.pdf>
- Diego Bautista, Oscar: La ética en los servidores públicos, UPN, México, 2001.
- Diego Bautista, Oscar (2009), Ética pública y buen gobierno, Toluca, IAPEM.
- Mendieta Villoria, Manuel (2000). Ética Pública y Corrupción: curso de ética administrativa, Tecnos.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), “La percepción de la corrupción que elabora la Organización de Transparencia Internacional 2018”. (en línea). Consultado por internet el 28 de agosto del 2019. En:  
<https://www.infobae.com/america/mexico/2019/01/29/mexico-el-mas-corrupto-entre-los-paises-de-la-ocde-transparencia-internacional/>
- Tamayo y Tamayo Mario, El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa, cuarta edición, 2002.

## Apéndice

Universidad Autónoma del Estado de México.  
Centro Universitario UAEM Zumpango  
Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública  
Unidad de Aprendizaje: Planeación Estratégica  
Responsables: Alenka Alvarado Alvarado, Rocío Alejandra Albiter Rojo,  
Tamara Naomi Rodríguez Pérez y Karen Joselin Clima Rodríguez.



**Edad:** \_\_\_\_\_ **Lugar de residencia:** \_\_\_\_\_

**Semestre:** \_\_\_\_\_ **Religión:** \_\_\_\_\_ **Estado civil:** \_\_\_\_\_

**Tema: La percepción de la ética pública de las alumnas de ciencias políticas y administración pública del centro universitario UAEM Zumpango.**

Instrucciones: Responde las siguientes preguntas con sinceridad y certeza.

### 1.- ¿El concepto de ética pública tiene que ver con?

- A. La diferencia entre el bien y el mal.
- B. La capacidad de razonar en cada momento.
- C. Valores individuales.

### 2.- ¿Qué valores promueve la ética pública?

- A. Rectitud, tolerancia, lealtad, liderazgo, honradez y franqueza.
- B. Eficiencia, eficacia, imparcialidad y pragmatismo.
- C. Espíritu de servicio, disciplina, sentido común y respeto.

### 3.- Los valores de la ética pública deben fundarse en:

- A. Lo que la vida cotidiana te enseña.
- B. Conocimientos y normas racionales.
- C. En el convencimiento del bien accionar.

### 4.- ¿En qué ámbito debe haber Ética?

- A. Organizaciones.
- B. Sociedad.
- C. Medio ambiente.

### 5.- ¿Qué aspectos serán más importantes para lograr tener Ética Pública?

- A. Planeación estratégica.
- B. Profesionalización y servicio civil de carrera.
- C. Todas las anteriores.

### 6.- ¿Cuál consideras que es un acto de Ética Pública?

- A. Respetar las señales viales.
- B. No estacionarte en los lugares preferentes.
- C. Respetar las opiniones de los demás.

### 7.- ¿Quiénes consideras que en el ámbito público, cuentan con mayor ética pública?

- A. Hombres.
- B. Mujeres.
- C. Ambos.

**8.- ¿Por qué crees que las personas tienen ética pública?**

- A. Por la filosofía adquirida.
- B. Por lo aprendido en el hogar.
- C. Por lo publicado en las redes sociales.

**9.- ¿Cuál consideras que es el factor que más desvía a la Ética Pública?**

- A. Poder.
- B. Ambición.
- C. Corrupción.

**10.- ¿Qué se piensa de un profesional que carece de vocación?**

- A. No se tienen presentes los valores inculcados a lo largo de su vida.
- B. No se tienen presentes los valores inculcados durante el estudio universitario.
- C. Falta de actitud y aptitud.

**11.- ¿En qué sector consideras que está más presente la Ética Pública?**

- A. Público.
- B. Privado.
- C. Ambos sectores.

Toda la información que proporcionas es de carácter confidencial y exclusivamente será usada con fines de investigación.

Te pedimos que nos dejes alguna observación a continuación, tu opinión será de mucha utilidad para mejorar de nuestro trabajo:

---

---

---



## Variables e Índices de Competitividad de las empresas productoras de higo, utilizando el PLS

(\*) Alvarado Martínez Tomás E<sup>1</sup>., Aguilar Valdés Alfredo<sup>2</sup>, Cabral Martell Agustín<sup>3</sup>, Alvarado Martínez L. Felipe<sup>4</sup>, Peña Ramos Fidel<sup>5</sup>, Castro Rosales Gregorio<sup>6</sup>

### Resumen

**Analizar las variables e Índices de competitividad de las empresas productoras de higo, en la Comarca Lagunera de Durango, resulta interesante, ya que el cultivo de higo, en México vive un auténtico boom debido a la creciente demanda en el mercado norteamericano y a su mayor rentabilidad respecto a otros cultivos más tradicionales. Lo cual representa una gran oportunidad, para las empresas nacionales. La mayor parte del higo que se produce en el mundo, se destina al higo deshidratado, (80%) y el restante 20 %, al fresco. El periodo del año cuando se produce la mayor cantidad de higo, comprende del mes de mayo a noviembre y en todo el resto del periodo, es decir, de noviembre a mayo, prácticamente no hay higo en el mundo. Para el caso de las empresas productoras de higo en la Comarca Lagunera de Durango, esta área de oportunidad en los mercados internacionales, representa una excelente alternativa de reconversión productiva, con relación a otros cultivos menos rentables. Sin embargo, por ser esta una actividad incipiente para los productores en la región de estudio, estos se encuentran desorganizados, su tecnificación para la producción y comercialización, no es la óptima o adecuada, con relación a otros países productores como Turquía, Egipto, Argelia y Marruecos. Además, no existe investigación o evidencia alguna sobre los factores del éxito competitivo de estas empresas en los mercados nacionales e internacionales, por lo que este trabajo de investigación, pretende mostrar cuales son los factores que determinan la competitividad de las empresas productoras de higo en la Comarca Lagunera de Durango. Utilizando la técnica estadística de modelación de mínimos cuadrados parciales (PLS).**

**Palabras Claves: Competitividad, Variables e Índices, Empresas Productoras de higo, PLS.**

### Abstract

Analyzing the variables and Competitiveness Indexes of fig-producing companies, in the Lagunera Region of Durango, is interesting, since the cultivation of figs, in Mexico, lives a real boom due to the growing demand in the North American market and its greater profitability. compared to other more traditional crops. Which represents a great opportunity for national companies. Most of the fig that is produced in the world, goes to the dehydrated fig, (80%) and the remaining 20%, to the fresh one. The period of the year when the greatest amount of fig is produced, includes from May to November and throughout the rest of the period, that is, from November to May, there is practically no fig in the world. In the case of fig-producing companies in the Lagunera Region of Durango, this area of opportunity in international markets represents an excellent alternative for productive reconversion, in relation to other less profitable crops. However, as this is an incipient activity for producers in the study region, they are disorganized, their technification for production and marketing is not optimal or adequate, in relation to other producing countries such as Turkey, Egypt, Algeria and Morocco. In addition, there is no research or any evidence on the factors of the competitive success of these companies in national and international markets, so this research work, aims to show what are the factors that determine the competitiveness of fig-producing companies in the Lagunera region of Durango. Using the statistical technique of modeling partial least squares (PLS).

Keywords: Competitiveness, Variables and Indexes, Fig Production Companies, PLS.

<sup>1</sup>talvmar@hotmail.com <sup>2</sup>AAGUILAR@ual.mx <sup>3</sup>acabralmar@yahoo.com.mx <sup>4</sup>procampo58@gmail.com  
<sup>5</sup>fpramos@gmail.com <sup>6</sup>gregoriocr@gmail.com<sup>6</sup>

## Introducción

En México se cultivan alrededor de mil quinientas hectáreas de higo, con una producción estimada en diez mil toneladas en fresco. Los principales estados productores son: Morelos (58%), Baja California Sur (6.5%), Distrito Federal (3.5%), Puebla (2.6%), Durango (2.4%), San Luis, Potosí (1.5%), Sonora (1.1%) y Baja California Norte (0.4%). (SAGARPA; 2017). A pesar de que el estado de Durango, específicamente la Comarca Lagunera, no destaca como un importante productor a nivel nacional, los productores ven la producción de este cultivo como una alternativa viable de reconversión productiva. Sin embargo, deben de tomar en cuenta que dicho cultivo es un producto altamente perecedero, esto se debe en gran parte a su elevado contenido de humedad, y que este es un factor indicativo de la propensión al deterioro en los alimentos por factores tales como la fermentación y el ataque de microorganismos. A medida que se incrementa el tiempo que interviene entre que el producto es cosechado y su consumo, este pierde calidad en sus características organolépticas, nutricionales y sanitarias. La máxima calidad de un producto frutihortícola es la que éste presenta en el campo, todas las prácticas realizadas con los productos deben estar dirigidas a conservarlos en buen estado durante la cosecha, poscosecha y desde luego hasta que el producto llegue a manos del consumidor final. El hecho de que este producto presente grandes pérdidas de calidad en un corto lapso de tiempo conlleva a que el productor tenga grandes desventajas a nivel comercial debido a una pérdida de competitividad en el mercado, ya que, al verse obligado a vender su producto rápidamente no puede ejercer presión sobre el precio percibido por el mismo. Aunado a que su producto lo obtienen de plantaciones criollas, lo cual limita sus niveles de productividad, asimismo se observa una desorganización, , alta presencia de intermediarismo en la venta de su producto, no disponen de apoyo financiero por parte de la banca privada, ni la de desarrollo y la inevitable presencia de contingencias ambientales, tales como; exceso de lluvia en periodos de cosecha, heladas atípicas, tolvaneras, ocurrencia de granizo, lo cual repercute en la calidad del fruto y obviamente limita su competitividad. Razón por la cual, el objetivo de esta investigación, fue conocer las variables e índices de competitividad, de las empresas productoras de higo, en la Comarca Lagunera de Durango, utilizando el PLS a fin de poder disponer de los elementos requeridos para proponer un modelo de competitividad que permita diseñar y recomendar las estrategias que contribuyan al mejoramiento de sus niveles de productividad y competitividad.

## Objeto de Estudio

Para poder determinar las técnicas adecuadas para la recolección de los datos es necesario definir el número de individuos de quienes se espera obtener la información. El investigador deberá precisar si realiza un censo de toda la población o bien obtiene una muestra. El muestreo se aconseja cuando la población es infinita o en poblaciones finitas de gran tamaño. Como en este caso. Es importante señalar que, a pesar de sus beneficios, no siempre es oportuno realizar una muestra. Se recomienda utilizar el censo cuando la población de interés sea tan pequeña, que un costo y tiempo adicionales estén plenamente justificados. Tomando en cuenta lo anterior, el total de elementos que constituye el área de interés analítico son cuarenta empresas que representan el total de empresas que se dedican a la producción de higo en la Comarca Lagunera de Durango, específicamente en los municipios de Gómez Palacio y Lerdo.

## Marco Teórico

### Competitividad empresarial

Al referirse a la competitividad de una firma, se están tomando en cuenta mercados en donde los productores tienen capacidad de controlar el proceso de fijación de precios, a diferencia de los mercados de libre competencia, en los que aquéllos los establece el mercado. En mercados oligopólicos y donde la competencia se hace no sólo por precios sino por diferenciación de productos, las firmas pueden aumentar su participación en el mercado a través del lanzamiento de nuevos productos y la puesta en práctica de nuevos procesos de producción, además de las prácticas habituales de propaganda y publicidad (Porter, 2008). Para poder lograr una mayor competitividad, la firma puede recurrir a diversos instrumentos como una mejor gestión financiera (Dosi, 1988), disponer de activos tales como una mayor capacidad innovadora en materia de nuevos productos y procesos de producción, lograr un aumento de la productividad de la mano de obra y del capital mayor que el de sus competidores, reducir sus costos a través de una mayor integración vertical (reduciendo los costos de transacción) o, en otros casos, por medio de una descentralización de la producción en el país (subcontratación) o a través de inversiones o licencias en el exterior, etcétera (CEPAL, 2006). En principio, los mismos factores que ayudarían a explicar la competitividad de una firma en su propio mercado doméstico servirían para explicar la Competitividad Internacional (CI) de la firma frente a las importaciones y/o con sus exportaciones en mercados externos. Sin embargo, el tipo de cambio y la configuración de la política, tanto en el mercado interno como externo, hacen intervenir cuestiones macroeconómicas en la determinación de la CI. Al mismo tiempo, el camino que la firma utilice para su expansión internacional, también debe ser considerado a los efectos de evaluar su CI. La competitividad de las empresas depende de factores en tres niveles: el primer nivel es la competitividad del país, que incluye variables como la estabilidad macroeconómica, la apertura y acceso a mercados internacionales o la complejidad de la regulación para el sector empresarial; el segundo nivel se refiere a la infraestructura regional; un tercer nivel que explica la competitividad de las empresas tiene que ver con lo que ocurre dentro de la propia empresa (Horta y Jung, 2002). La competitividad empresarial se deriva de la ventaja competitiva que tiene una empresa a través de sus métodos de producción y de organización (reflejados en precio y en calidad del producto final) con relación a los de sus rivales en un mercado específico (Barquero, 2003). Porter (1990) y Krugman (1994) han señalado que las que compiten son las empresas no las naciones, a un país lo hacen competitivo las empresas competitivas que hay en éste. Por lo tanto son éstas las bases de la competitividad.

### Modelos de Competitividad

La mayoría de los países en los ámbitos económico y político se enfocan en aspectos conceptuales, políticos y programáticos para redefinir el papel del estado en la promoción y regulación de la actividad económica. Se necesita formular e instrumentar una política industrial que permita a su aparato productivo generar las ventajas competitivas requeridas para una inserción exitosa a la dinámica de la economía mundial (Cho, 1994) y (Chudnovsky y Porta, 1990). En un entorno de profundos rezagos estructurales y de numerosos problemas de competitividad, la carencia de mecanismos de fomento ha sido una de las principales deficiencias de la estrategia modernizadora (Chesnais, 1981). A continuación, se mencionan algunos de los más importantes: Modelo de informe global de competitividad (IGC), Enfoque del World Competitiveness Center (WCC), Institute for Management and Development (IMD), Índice de Competitividad (IMCO), Modelo Heritage Foundation, Modelo CEPAL; Índice de Competitividad Regional (PNUD), Indicadores Globales del Banco Mundial.

### Técnica Mínimos Cuadrados Parciales (*Partial Least Squares*)

De manera conceptual, lo que se pretende es plasmar en un modelo que permita observar cómo, los factores internos y externos afectan a los índices de competitividad, tomando en consideración la forma en la que estas variables pudieran estar interrelacionadas con los resultados obtenidos se construye un modelo para poder ver las interrelaciones entre las variables; en este caso se utiliza la técnica Partial Least Squares (PLS). Además, los resultados derivados de su análisis permitirán la identificación de los factores que más impactan a cada uno de los índices, con lo cual, los

gerentes podrán apoyar sus evaluaciones subjetivas al evaluar diversos planes de acción durante la planificación estratégica. En resumen, PLS puede ser una herramienta poderosa por las mínimas demandas de escalas de medición, tamaño de muestra, y distribuciones residuales.

### **Variables causantes de la competitividad**

A continuación, en concordancia con la problemática identificada se complementa la argumentación de las variables a medir para el presente estudio, describiendo algunos conceptos importantes sobre la interpretación de dichas variables, con el fin de dimensionar las mismas, identificar indicadores y diseñar los instrumentos y escalas de medición.

### **Calidad**

La calidad es una variable importante que influye en la competitividad de las empresas de acuerdo a los modelos de competitividad de la Unión Europea, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, la OCDE, Michael Porter, Carlos Wagner, Alexander Serralde, Sergio Hernández, Alejandro Lerma y Vicente Felgueres. Desde el punto de vista industrial, la palabra calidad significa: lo mejor para satisfacer los deseos y gustos del público consumidor. Tradicionalmente los sistemas de control de calidad se han establecido para asegurar la calidad mínima de las normas relacionadas con las necesidades y gustos de los consumidores. Las normas o especificaciones de calidad son el patrón contra el cual las características de los productos son contrastadas y, por esa razón, son la primera dimensión que se debe saber si se pretende llegar a controlar la calidad. La segunda dimensión de la calidad es tener el sistema de control de calidad que permita corregir las diferencias detectadas en la inspección de los productos que tienen lugar. La última dimensión de la variable calidad, es el diseño de los sistemas de inspección, es decir, las formas en las que se comparan las características de calidad de los productos contra las normas y especificaciones.

### **Innovación**

Se puede considerar a la innovación como todo “cambio que genera valor”, pero es una definición demasiado general, que es conveniente delimitar. Una forma de hacerlo es considerar que una innovación es todo cambio basado en conocimiento que genera valor para la empresa. Pero todavía es mucho más preciso dar este nombre al resultado de un proceso complejo que lleva nuevas ideas al mercado en forma de productos o servicios y de sus procesos de producción o provisión, que son nuevos o significativamente mejorados. En el contexto empresarial, las ideas que generan valor son básicamente de tres tipos: comerciales, gerenciales u organizativas y tecnológicas. Por ello, podrá hablarse de innovaciones comerciales nacidas del conocimiento comercial y, por las mismas razones, de innovaciones organizativas o de innovaciones tecnológicas. Es a éstas últimas a las que siempre se ha otorgado una mayor importancia, por ser las que pueden tener mayores y mejores consecuencias, por supuesto sin despreciar a las demás. Por esta razón, la OCDE trabaja desde hace años en entender la innovación tecnológica. A esta Institución internacional se debe una definición de innovación continuamente mejorada siempre muy precisa y, sin duda, la más aceptada en el panorama internacional. Ha sido recogida en las sucesivas ediciones de su Manual de Oslo, que es una guía destinada a las autoridades estadísticas de los países miembros de esta Organización, para llevar a cabo las encuestas encaminadas a conocer la situación de la innovación. Su primera edición fue aprobada en la capital Noruega y por este nombre es conocida. La tercera edición del Manual de Oslo, publicada en 1997, decía que innovar es utilizar el conocimiento y generarlo si es necesario, para crear productos, servicios o procesos que son nuevos para la empresa, o mejorar los ya existentes, consiguiendo con ello tener éxito en el mercado. Esta definición contiene tres precisiones muy importantes. Primera, la importancia del conocimiento, que habrá que generar sólo en caso de que sea necesario. Si ya hubiera un conocimiento disponible que se pudiera utilizar, no sería necesario realizar actividades de investigación y desarrollo, consideradas como aquellas capaces de crear nuevo conocimiento. Por lo tanto, también hay innovación cuando se utiliza un conocimiento que ya existe y es incorporado a la empresa. Segunda, los productos, servicios o procesos tienen que ser nuevos para la empresa en cuestión y no necesariamente para el

mundo, como enfatiza el Manual. Evidentemente, habrá innovaciones radicales y otras poco perceptibles en sus consecuencias, pero siempre que acaben en un producto, proceso o servicio que sea nuevo o mejorado, habrá innovación. Y tercera precisión, es necesario para que exista innovación que se esté “consiguiendo con ello tener éxito en el mercado”. Si la innovación no se traduce en beneficios no es innovación, será cualquier otra cosa. El Manual de Oslo de 2005 es una revisión del anterior de 1997, que ya se ocupa de las innovaciones no tecnológicas. Sostiene también que la innovación es la implantación de un producto, proceso o servicio nuevo o significativamente mejorado, pero después la amplía indicando que también es innovación un nuevo método de comercialización, un nuevo método de organización para la práctica del negocio o una nueva forma de relaciones externas. Y recoge lo ya mencionado anteriormente, es decir, que serán innovaciones comerciales, organizativas y, por supuesto, tecnológicas, cuando tengan éxito en su mercado, aunque sólo sean nuevas para la empresa que las lleve a cabo. Por lo tanto, cuando se habla propiamente de innovación, se hace referencia a todo cambio, basado en conocimiento de cualquier tipo, siempre que genera valor y cuando tenga consecuencias económicas directas. Evidentemente, entre ellas están las innovaciones tecnológicas, que son las más estudiadas y también las más arriesgadas. Muchos estudios han demostrado que son las que generan más beneficios porque no solamente son causa de mejores prestaciones en la oferta de la empresa, sino que son más difícilmente imitables y por lo tanto se mantienen en el mercado mayor tiempo como novedad. No es extraño que se tenga un mejor conocimiento de las innovaciones tecnológicas. Hoy gracias a los trabajos de la OCDE se tiene una clara idea de las actividades que permiten llevar el conocimiento tecnológico al mercado.

### **Las Capacidades Gerenciales y Las capacidades de Mercadotecnia**

Para Adell (2007) “La mercadotecnia es una técnica que utiliza otras técnicas y ciencias preferentemente del área social, para su desarrollo y para la toma de decisiones con la finalidad de producir intercambios de ideas, bienes y servicios en general que sean objetivo y satisfacción del público en general”. Kotler y Armstrong (2008) consideran a la mercadotecnia como un “proceso social y administrativo por el que el individuo y grupos de estos obtienen lo que necesitan y desean a través de la creación e intercambio de productos y de valor con otros”; complementando su definición, argumentan que es una filosofía de la dirección de la empresa según la cual, para lograr sus metas, estas dependen en gran medida de la determinación de las necesidades y deseos de sus mercados meta, de la satisfacción de los deseos de dichos mercados y de la satisfacción de los deseos de forma más eficaz y eficiente que sus competidores. “Es una orientación empresarial que reconoce que el éxito de una empresa es sostenible se organiza para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los clientes, consumidores o usuarios de forma más eficaz que sus competidores” (Sainz de Vicuña y Ancin, 2008). En síntesis, los diferentes conceptos resaltan lo siguiente: a) la creación de valor para los consumidores, accionistas y la sociedad en su conjunto; b) realizar ese proceso de creación de valor de manera eficiente con el fin de crear ventajas competitivas. Es importante destacar que los enfoques de la mercadotecnia pueden ser de dos tipos: a) estratégico: trata del desarrollo de las estrategias de mercado para obtener la satisfacción del consumidor, aprovechando las fortalezas de la empresa, y b) operativo: consiste en desarrollar el plan de mercadotecnia idóneo para el desarrollo de las estrategias previamente establecidas; el conjunto de variables que la empresa utiliza para lograr estos objetivos es el denominado marketing mix o mezcla de mercadotecnia, cuyos componentes se basan en la clasificación de McCarty: producto, precio, comercialización y promoción (Kotler y Armstrong, 2008; Rivera y De Garcillan, 2007; Esteban, et al., 2008). En relación con la competitividad, la mercadotecnia se ha revelado como uno de los factores internos con mayor capacidad para generar competitividad (Ketchen, Hult y Slater, 2007); para Kotler (1994) una ventaja competitiva sostenible se consigue gestionando íntegramente la cadena de valor y maximizando el valor entregado al cliente. Por otro lado, el contexto económico actual está caracterizado por un énfasis creciente en las preferencias cambiantes y diferenciadas de los clientes. Desde el punto de vista de la teoría de los recursos y capacidades, los recursos deben reunir una serie de características que les permitan a la organización el desarrollo de ventajas competitivas sustentables, siendo el valor uno de los factores determinantes (Barney, 1991); las capacidades de mercadotecnia consideran que el proceso de generación de valor se realiza en función de las necesidades de los clientes (A.M.A., 2004, 2007; Adell, 2007; Kotler y Armstrong, 2008; Sainz y Vicuña, 2008); por otro lado, la generación de ventajas competitivas es uno de los objetivos a alcanzar dentro del proceso de mercadotecnia, de tal forma que es en estos puntos donde se conecta este factor con la teoría mencionada. Este enfoque considera que no se puede decidir sobre el rumbo de la economía, ni sobre el comportamiento de los mercados (si acaso se puede influir en mayor o menor grado de acuerdo con el liderazgo y

participación de la empresa), pero sí se puede decidir sobre el diseño y conformación de los productos y servicios de la empresa, los precios, descuentos y condiciones de la venta, los canales de distribución y la forma en cómo se promocionarán los productos en los mercados sobre los que se haya decidido participar (Schneer, 1999); por lo tanto el establecimiento de una adecuada mezcla de mercadotecnia es el inicio para la creación de ventajas competitivas sostenibles. Por todo ello las empresas necesitan orientarse hacia las necesidades de los clientes, y para conseguirlo deben procesar rápidamente la información del mercado y deben coordinar las actividades que integran la cadena de valor (Day, 1994; Pelham, 2000; Narver y Slater, 1990). Al igual que con otros factores de la competitividad, existe un amplio debate en cuanto a las dificultades de las empresas pequeñas para desarrollar procesos de mercadotecnia, debido a que sus políticas de precios a veces son inexistentes, no realizan campañas de publicidad y tienen un acceso limitado a los canales de distribución; esto lo compensan con la segmentación de mercados, su accesibilidad a los canales de distribución y su proximidad al cliente (Camisón, 1997; Siu y Kirby, 1998; Spillan y Ziemnowickicz, 2003).

## **Método y materiales**

### **Diseño de la investigación**

Se realizó una investigación aplicada de carácter correlacional, con una temporalidad transversal, con un enfoque mixto realizado en dos fases: la fase cualitativa, consistente en la realización de 5 entrevistas en profundidad con productores de higo de la Comarca Lagunera de Durango. Con ello se trataba de orientar la fase cuantitativa posterior y fijar el marco sobre el que el investigador debería trabajar para, entre otras cosas, elaborar el cuestionario que se utilizaría en dicha fase cuantitativa, cuyo propósito fue medir el impacto de ciertos factores (entre los cuales se encontraban la calidad, la innovación, las capacidades de mercadotecnia y las capacidades gerenciales) en la competitividad de los productores de higo en la Comarca Lagunera de Durango.

### **Instrumento utilizado**

Para poder construir el instrumento fue necesario establecer las variables involucradas: competitividad, calidad, innovación, capacidades gerenciales y capacidades de mercadotecnia. La competitividad se desagregó en tres dimensiones: rentabilidad, crecimiento del negocio y satisfacción con el negocio. La calidad considera dos dimensiones: atributos del producto y atributos del proceso. La innovación considera dos dimensiones: mejoras al producto y mejoras al proceso. Capacidades gerenciales integran dos dimensiones: elecciones estratégicas de acuerdo con las exigencias del entorno e integración al logro de objetivos grupales; y las capacidades de mercadotecnia contemplan tres dimensiones: precio, plaza y promoción. El instrumento usado fue una escala Likert con cinco opciones de respuesta. Con el fin de determinar la confiabilidad del instrumento se realizó una prueba piloto en una comunidad semejante a la que se estudiaba. La prueba de confiabilidad del instrumento mediante el coeficiente de alfa de Cronbach arrojó un valor de 0.889. Con esta información se puede deducir que el instrumento es claramente fiable.

## **Resultados y Discusión**

La investigación en áreas sociales y/o cualitativas ha tenido el apoyo de herramientas estadísticas cada vez más sofisticadas. Con ello, se tiene la posibilidad de representar la realidad a través de modelos cada vez más complejos con el surgimiento de técnicas como la Modelación de Ecuaciones Estructurales (SEM) que permite realizar regresiones múltiples entre variables latentes. Precisamente, considerando las condiciones y aplicabilidad de las herramientas para análisis multivariable, se decidió utilizar la Modelación de Partial Least Square (PLS) para el análisis del modelo propuesto.

### **Tabla No. 1. Estadísticas descriptivas de las variables independientes y dependiente**

Medidas	Calidad	Innovación	Cap. Gerencial	Cap. Merca	Competitividad
Media	28.125	24.075	39.575	27.475	41.5
Desv. Sta.	0.853	0.917	1.196	1.358	1.601

Fuente: Elaboración Propia con base en la metodología PLS

Con base en la información anterior se obtuvieron los índices de la competitividad, utilizando la técnica del PLS, teniendo como base información que se muestra en la tabla 1. Posteriormente, se agruparon los índices quedando las variables como se observan en la tabla siguiente. Finalmente se muestra el modelo de regresión calculado, en donde se puede observar que las variables con mayor incidencia sobre la competitividad de las empresas productoras de higo, en la Comarca Lagunera de Durango, son la Calidad de su producto y las Capacidades de Mercadotecnia.

Tabla No.2. Efectos directos sobre la Competitividad

	Calidad	Innova	C. Geren.	C. Merca
Calidad	0.830			
Innova		0.321		
C.Ger.			0.509	
C. Merca				0.850

Fuente: Elaboración Propia con base en la metodología PLS

#### Modelo de Regresión Propuesto

$$Y = -3.26 + 0.86X_1 + 0.0034X_2 + 0.12X_3 + 0.56X_4$$

Dónde:  $X_1$  = Calidad

$X_2$  = Innovación

$X_3$  = Capacidad Gerencial

$X_4$  = Capacidad de Mercadotecnia

## Conclusiones

Los elementos más relevantes del concepto de competitividad ayudan a comprender todos los aspectos que éste involucra y orienta los esfuerzos encaminados- a la mejora del desempeño competitivo de las Empresas Productoras de higo en la Comarca Lagunera de Durango. El análisis de la competitividad empresarial comprende tres tipos principales de elementos: factores internos, factores externos e índices. Todos ellos, de manera conjunta, definen la posición competitiva de las empresas y proveen los elementos necesarios para realizar análisis orientados a mejorar el desempeño de las empresas en estudio. Por su parte, el modelo conceptual propuesto de interrelaciones de competitividad provee otra perspectiva desde la cual se pueden analizar las variables que le dan forma al desempeño competitivo de las empresas. El análisis de este modelo permitirá a los productores tener un mejor entendimiento de las relaciones existentes entre las variables, y, por ende, una visión mejor informada sobre su empresa.

## Referencias bibliográficas

1. Adell, R. (2007). Aprender marketing. Barcelona: Ediciones Paidós.
2. American Marketing Association (2004). Marketings redefined. American Marketing Association. Marketing News.
3. Andrews, K. (1971). El concepto de la estrategia de la empresa. Pamplona: EUNSA
4. Barney, J. (1986). "Strategic factor markets: expectations, luck and business", *Strategy Management Science*, 32(10), pp. 1231-1241. — (1991). "Firms resources and sustain competitive advantage", *Journal of Management*, 17(1), pp. 99-120.
5. Benzing, C., Manh Chu, H., y Kara, O. (2009). "Entrepreneurs in Turkey: A Factor Analysis of Motivations, Success Factors, and Problems", *Journal of Small Business Management*, 47(1), pp. 58-91.
6. Bibu, N., Sala, D., Pantea, M., y Bizoi, G. (2008). "Considerations about the influence factors on the competitiveness of sme's from Wetstern Region of Romania", *The Annals of the University of Oradea*, núm. xvii, pp. 83-88.
7. Camison, C. (1997). La competitividad de la pyme industrial española: Estrategia y competencias distintivas. Madrid: Civitas.
8. Chandler, A. (1992). "Organizational capabilities and the economic history of the industrial enterprise", *Journal of Economic Perspectives*, 6(3), pp. 79-100.
9. Čirjevskis, A., Kubilute, L., Ershovs, S., y Medvedevs, V. (2009). "Innovative business and new industrial technologies as possible drivers of the sme's companies growth in a condition of economic recession", *Journal of Business Management*, 1(2), pp. 4-18.
10. Coy, S., Shipley, M., y Omer, K. (2007). "Factors contributory to success: A study of Pakistan's small business owners", *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 12(2), pp. 181-198.
11. Day, G. S. (1994). "The capabilities of market-driven organizations", *Journal Of Marketing*, 58(4), p. 37.
12. Esteban, J., Coll, V., y Blasco, M. (2005). "¿Competitividad e innovación en la micro y pequeña empresa? Retos previos a superar", *Estudios de Economía aplicada*, 23(3). Valencia: Universidad de Valencia-Departamento de Economía Aplicada-Departamento de Dirección de Empresas/Florida Universitaria, pp. 559-581.
13. Ketchen, D., Hult, G., y Slater, S. (2007). "Toward greater understanding of market orientation and the resource-based view", *Strategic Management Journal*, 28(9), pp. 913- 931.
14. Kotler, P. (1994). *Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control*. Nueva York: Prentice-Hall.
15. Kotler, P., y Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de marketing*. México: Pearson Educación.
16. Lu, W., Shen, L., y Yam, M. (2008). "Critical Success Factors for Competitiveness of Contractors China Study", *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(12), pp. 972-982.
17. Luk, S. (1996). "Success in Hong Kong: Factors self-reported by successful small business owners", *Journal of Small Business Management*, 34 (3), pp. 68-75.
18. Narver, J., y Slater, S. (1990). "The Effect of a Market Orientation on Business Profit- ability", *Journal of Marketing*, 54(4), pp. 20-35.
19. Pelham, A. (2000). "Market orientation and other potential influences on performance in small and medium-sized manufacturing firms", *Journal of Small Business Management*, 38(1), pp. 48-67.
20. Porter, M. (1980). *Competitive Strategy*. Nueva York: Free Press
21. Rivera, J., y De Garcillán, M. (2007). *Dirección de marketing. Fundamentos y aplicaciones*. Madrid: ESIC Editorial
22. Rogoff, E., Lee, M., y Suh, D. (2004). "Who Done It?" Attributions by Entrepreneurs and Experts of the Factors that Cause and Impede Small Business Success", *Journal of Small Business Management*, 42(4), pp. 364-376.
23. Rumelt, R. (1991). "How much does industry matter?", *Strategic Management Journal*, 12(3), pp. 167-185.
24. Sainz de Vicuña, y Ancín, J. (2008). *El plan de marketing en la práctica*, 12ª edición. Madrid: ESIC Editorial.
25. Siu, W., y Kirby, D. (1998). "Approaches to Small Firm Marketing: A Critique", *European Journal of Marketing*, 32(1-2), pp. 40-60.



26. Spillan, J., y Ziemnowicz, C. (2003). "Strategic Management in Small Retail Business: The Case of Guatemala", *International Small Business Journal*, 21(4), pp.461-475.
27. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (Sagarpa) (2017). Sistema Producto Higo, para la Comarca Lagunera de Durango.
28. Wernerfelt, B. (1984). "A Resource-based View of the Firm", *Strategic Management Journal*, 5(2), pp. 171-180.
29. Williamson, O. (1975). *Markets and hierarchies. Analysis and antitrust implications*. Nueva York: Free Press.
30. Yusuf, A. (1995). "Critical success factors for small business: Perceptions of South Pacific entrepreneurs", *Journal of Small Business Management*, 33(2), pp.68-73.

# MANEJO DE LA MORDEDURA DE CERDO EN 1ER NIVEL DE ATENCIÓN

P.L.E. NADIA MARIELY ALVARADO TORRES<sup>1</sup> M.G.S. NEREYDA HERNÁNDEZ NAVA<sup>2</sup> M.S.P. ALMA DELIA LARA CERDA<sup>3</sup>

**Resumen--** Las mordeduras de mamíferos domésticos en ocasiones, causan morbilidad importante e incapacidad. Las manos, los miembros y la cara son las áreas más frecuentemente afectadas. **Material y métodos:** estudio de caso de masculino de 65 años actualmente dedicado a la ganadería, ingresa al servicio por herida en la parte posterior de la rodilla derecha de aproximadamente 7 cm x 3 cm ocasionada por mordedura de cerdo, se aplicó el proceso enfermero, realizando la valoración de enfermería con la Taxonomía II de Diagnósticos de enfermería, se describen los dominios y clases afectadas implementándose el plan de cuidados de enfermería con las interrelaciones diagnósticos, intervenciones y resultados. **Resultados:** al paciente se le hicieron las intervenciones necesarias de acuerdo al personal de enfermería lo que hizo que su herida evolucionara favorablemente. **Discusión y conclusiones:** se observó que llevando un correcto plan de enfermería y con ayuda del personal médico podemos brindar una atención.

**Palabras clave--** Mordedura de cerdo, Proceso de atención de Enfermería, 1er nivel de atención.

## Introducción:

Mordeduras De Animales: Las mordeduras son heridas punzantes que pueden transmitir los gérmenes hasta lugares profundos de los tejidos. González A. (2018) Cualquier mordedura que traspase la piel causa una herida muy vulnerable a la infección que necesita atención médica. Las mordeduras de humanos y otros mamíferos (principalmente perros, gatos, cerdos, conejos, etc.) son comunes y, en ocasiones, causan morbilidad importante e incapacidad. Las manos, los miembros y la cara son las áreas más frecuentemente afectadas. Grandes a veces causan un traumatismo tisular significativo; entre 10 y 20 personas, en su mayoría niños, mueren cada año por mordeduras de animales. Sin embargo, la mayoría de las mordeduras involucran heridas relativamente menores. Estas mordeduras son un problema importante de salud pública: se estima que el 2% de la población es mordida cada año. El riesgo de infección posterior a las mordeduras difiere entre las especies animales y depende de la dentición de los animales. **Objetivo:** Las mordeduras de animales plantean un importante problema de salud pública para los niños y adultos en todo el mundo. Sus consecuencias para la salud humana dependerán de la especie animal de que se trate y su estado de salud, el tamaño y el estado de salud de la víctima de la mordedura, y la capacidad de acceder a la atención sanitaria adecuada, el objetivo es el trato inicial para la herida así como también su medicación en caso de que el medico así lo indique. En otro estudio realizado Se ha estimado que las mordeduras de perro representan el 60-90%, las mordeduras por gato el 5-20% y las mordeduras de humano el 4-23% del total, las mordeduras por mamíferos representan casi el 1% de las visitas a la sala de urgencia anualmente en Estados Unidos Contreras M.,Jorge M., Sandoval I.,García R.,RamírezH.,MoralesA.,(2016). Un estudio realizado en Chile se estima que una de cada dos personas es mordida por un mamífero, agresiones que generan 1% de las atenciones en los Servicios de Emergencia, de las cuales 10 a 15% deben ser suturadas y 1% de los pacientes es hospitalizado por esta causa.Jofré M., Perret P., Abarca V.,Solari G.,Olivares C. y López Del P.(2017), en representación del Comité de Infecciones Emergentes, Sociedad Chilena de Infectología, Las mordeduras de animales con un problema de salud pública importante, se estima que el 2% de la población en México es mordida cada año por un mamífero, los factores de riesgo son los niños pequeños y hombres, el riesgo de infección e las mordeduras difiere de la especie de animal.Contreras M,Sandoval J., Rodríguez B.,Ramírez Gy Morales Y.(2016).

<sup>1</sup> PLE Nadia Mariely Alvarado Torres Estudiante de la Licenciatura de Enfermería de la universidad Autónoma de San Luis Potosí Coordinación Académica Región Altiplano, [nadia\\_01@hotmail.com](mailto:nadia_01@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> MGS Nereyda Hernández Nava Docente de la Licenciatura de Enfermería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí de la Coordinación Académica Región Altiplano [nereyda.hernandez@uaslp.mx](mailto:nereyda.hernandez@uaslp.mx)

<sup>3</sup> MSP Alma Delia Lara Cerda Docente de la Licenciatura en Enfermería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí de la Coordinación Académica Región altiplano, [almalara73@hotmail.com](mailto:almalara73@hotmail.com)

### Descripción del método:

#### Material es y métodos:

Estudio de caso clínico, la valoración del paciente se realizó utilizando las guías e instrumentos de valoración integrada por los dominios y clases que establece la Taxonomía II integrada por 13 dominios y 47 clases, estableciéndose la interrelación con los diagnósticos de enfermería (NANDA), con los resultados (NOC), y con las intervenciones de enfermería (NIC), y se siguieron los principios éticos de la NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

#### Caso clínico:

Ingresa paciente masculino de 65 años de edad actualmente dedicado a la ganadería y la crianza de los animales acude a la unidad para cita subsecuente de crónicos con antecedentes familiares y personales de DMT2 la paciente con un peso de 100.2kg y una altura de 1.89. con una herida de 7 centímetros aproximadamente con una abertura de 3 centímetros en la parte posterior de la rodilla derecha la herida se encuentra sin datos de infección sin cambio de temperatura, sin presencia de secreciones, pero la manera en que le dio manejo se estima un porcentaje alto de riesgo de infección, la trae tapada con un trapo refiere habérsela hecho un día antes de la cita y decidió esperarse ya que tenía la consulta al siguiente día, el paciente indica que la herida se la realizó un animal de ganado porcino que estaba suelto fuera de su casa sin saber su procedencia ya que vive en una comunidad.

Tabla 1: valoración de enfermería por dominios y clases de la Nanda

Fuente: Guía de valoración Nanda.

Dominio	Clase	Información
Seguridad y protección	Clase 1: Infección	Reconoce lo que es tener infección por la salida de secreciones no sabe ningún otro síntoma de infección y por su herida por la forma en que la tiene y su enfermedad crónica como lo es DMT2 se considera con un alto riesgo de presentar una infección.
Seguridad y protección	Clase 2: Lesión Física	Presenta una herida de 7 cm x 3 cm en la parte posterior de la rodilla derecha la herida se encuentra sin datos de infección sin cambio de temperatura, sin presencia de secreciones, pero la manera en que le dio manejo se estima un porcentaje alto de riesgo de infección, la trae tapada con un trapo refiere habérsela hecho un día antes de la cita y decidió esperarse ya que tenía la consulta al siguiente día, el paciente indica que la herida se la realizó un animal de ganado porcino
Confort	Clase 1: Confort Físico	El paciente no presenta dolor en el momento ya que refiere hacer tomado medicamento antes para el dolor aunque cuando se le realiza la curación el paciente presenta dolor agudo nos apoyamos en el área médica para prescripción de analgésico.
Seguridad y protección	Clase 2: Lesión Física	El paciente presenta riesgo de caídas ya que no puede y no quiere apoyar mucho el pie porque refiere temor a sangrado o a que si herida se haga más grande.

Tabla 1: Tomando como referencia los dominios y clase afectados, se implementó el plan de cuidados de enfermería con las interrelaciones NANDA , NOC y NIC.

Como resultado del plan de cuidados implementado los diagnósticos de enfermería Riesgo de infección, Deterioro de la integridad cutánea, Dolor Agudo, Riesgo de caídas como se muestran en los cuadros 2, 3, 4, 5.

Tabla 2: Diagnóstico Riesgo de Infección Desarrollado

Dominio: seguridad y protección	clase 1: infección
<b>Diagnóstico enfermero:</b> Riesgo de infección R/C traumatismo, destrucción tisular y aumento de la exposición ambiental	
<b>Estado del diagnóstico enfermero:</b> Diagnóstico de Riesgo	
<b>Criterios de resultados NOC:</b>	
<b>Resultado:</b> Control de Riesgo	
<b>Dominio:</b> Conocimiento y conducta en la salud	

Escalas: nunca demostrado a siempre demostrado	Puntuación Likert	Puntuación diana
Indicadores de resultados: -Reconoce el riesgo -Supervisa los factores de riesgo medioambientales -Supervisa los factores de riesgo de la conducta Personal. -Se compromete a estrategias de control de riesgo -Sigue las estrategias de control del riesgo seleccionadas -Modifica el estilo de vida para reducir el riesgo	2 3 3 4 4 2	mantener a 18  aumentar a  24
<b>Intervención NIC:</b> Cuidados de la herida    Campo: fisiológico: complejo    Clase: L control de la piel/ heridas		
<b>Actividades:</b> -Despegar los apósitos y limpiar los restos de la herida. -Afeitar el vello que rodea la zona afectada, si es necesario. -Anotar las características de la herida. -Anotar las características de cualquier drenaje producido. -Limpiar con isodonte si procede. -Suturar si es necesario. -Vendar de forma adecuada. -Vendar con gasas de malla apropiada, si es necesario. -Mantener técnica de vendaje estéril al realizar los cuidados de la herida. -Inspeccionar la herida cada vez que se realiza el cambio de vendaje. -Comparar y registrar regularmente cualquier cambio producido en la herida. -Colocar de manera que se evite presionar la herida, si procede. -Enseñar al paciente o miembro de la familia realizar la cura de la herida. -Citar al paciente para el retiro de puntos si procede.		

En la tabla 2: Se describe el diagnóstico desarrollado con resultados y actividades de enfermería, que acciones realizar y sobre todo educar al paciente y a los acompañantes sobre los datos de infección y que hacer en caso de que el paciente los presente ya que se considera con un alto grado de riesgo de infección por su condición de su enfermedad crónica y la forma en la que se hizo su herida y la trato.

Tabla 3: Diagnóstico deterioro de la integridad cutánea desarrollado:

Dominio: seguridad y protección.		Clase 2: Lesión Física.	
<b>Diagnóstico enfermero:</b> Deterioro de la integridad cutánea R/C Factores Externos: Factores mecánicos (fuerza de cizallamiento, presión, sujeciones).Inmovilización física. M/P Destrucción de las capas de la piel (dermis), Alteración de la superficie de la piel (epidermis).			
<b>Estado del diagnóstico enfermero:</b> Diagnóstico Real			
<b>Criterios de resultados NOC:</b>			
<b>Resultado:</b> Integridad tisular: piel y membranas mucosas			
<b>Dominio:</b> Salud Fisiológica			
Escalas: nunca demostrado a siempre demostrado	Puntuación Likert	Puntuación diana	
Indicadores de resultados: Ausencia de lesión tisular Perfusión tisular Piel intacta Sensibilidad Textura	2 4 2 4 3	mantener a: 15  aumentar a: 20	
<b>Intervención NIC:</b> Cuidados de la herida    Campo: fisiológico: complejo    Clase: L control de la piel/ heridas			
<b>Actividades:</b> -Afeitar el vello que rodea la zona afectada, si es necesario. -Anotar las características de la herida. -Limpiar con jabón antibacteriano, si procede. -Vendar de forma adecuada. -Vendar con gasas de malla apropiada, si es necesario. -Mantener técnica de vendaje estéril al realizar los cuidados de la herida. -Mantener técnica de vendaje estéril al realizar los cuidados de la herida. -Inspeccionar la herida cada vez que se realiza el cambio de vendaje. -Comparar y registrar regularmente cualquier cambio producido en la herida. -Colocar de manera que se evite presionar la herida, si procede. -Enseñar al paciente o miembro de la familia realizar la cura de la herida.			

Tabla 3: Se desarrolla el diagnóstico enfocándonos en la herida y se realizan los resultados y las actividades para tener un herida sin datos de infección y una regeneración del tejido óptima.

Tabla 4: Diagnóstico Dolor Agudo desarrollado:

Dominio: Confort		clase 2: Confort Físico	
<b>Diagnóstico enfermero:</b> Dolor agudo R/C agentes lesivos M/P conducta expresiva, conducta de defensa.			
<b>Estado del diagnóstico enfermero:</b> Diagnóstico Real			
<b>Criterios de resultados NOC:</b>			
<b>Resultado:</b> Control del Dolor			
<b>Dominio:</b> conocimiento y conducta en salud.			
<b>Escalas:</b> nunca demostrado a siempre demostrado		Puntuación Likert	Puntuación Diana
Indicadores de resultados: -Reconoce factores causales -Reconoce el comienzo del dolor -Utiliza analgésicos de forma apropiada -Refiere dolor controlado		3 2 3 2	mantener a: 10 aumentar a: 16
<b>Intervención NIC:</b> Manejo del dolor.		Campo: fisiológico: básico	Clase: E Fomento de la comodidad física
<b>Actividades:</b>			
-Observar claves no verbales de molestias, especialmente en aquellos que no pueden comunicarse eficazmente.			
-Asegurarse de que el paciente reciba los cuidados analgésicos correspondientes.			
-Utilizar un método de valoración adecuado que permita el seguimiento de los cambios en el dolor y que ayude a identificar los factores desencadenantes reales y potenciales.			
-Proporcionar información acerca del dolor, tales como causas del dolor, el tiempo que durará y las incomodidades que se esperan debido a los procedimientos.			
-Disminuir o eliminar los factores que precipiten o aumenten la experiencia del dolor (miedo, fatiga, monotonía y falta de conocimientos).			

Tabla 4: se desarrolla el diagnóstico de enfermería del dolor agudo teniendo como objetivo que el paciente tenga un control del dolor por analgésicos

Tabla 5: Diagnóstico de Riesgo de Caídas desarrollado.

Dominio: Confort		Clase 2: Confort Físico	
<b>Diagnóstico enfermero:</b> Riesgo de caídas R/C incapacidad física que afecta la movilización, otras patologías que limiten la incapacidad física.			
<b>Estado del diagnóstico enfermero:</b> Diagnóstico de Riesgo			
<b>Criterios de resultados NOC:</b>			
<b>Resultado:</b> Control de Riesgo			
<b>Dominio:</b> Conocimiento y conducta en la salud			
<b>Escalas:</b> nunca demostrado a siempre demostrado		Puntuación Likert	Puntuación diana
Indicadores de resultados: -Reconoce los factores de riesgo -Adapta las estrategias de control de riesgo según es necesario -Sigue las estrategias de control de riesgo seleccionada - Valorar cambios en el estado de salud.		3 3 3 3	mantener a: 12 aumentar a: 16
<b>Intervención NIC:</b> Identificación de riesgo		Campo: Seguridad	Clase: Control de Riesgo
<b>Actividades:</b>			
- Llevar a cabo la valoración de riesgos mediante documentos técnico			
- Normativos como el protocolo de valoración de riesgo de caídas generado por la Secretaría de Salud.			
- Buscar antecedentes personales relacionados con caídas previas			
- Dejar evidencia de la valoración realizada en los registros clínicos de enfermería			
- Identificar al paciente que precisa cuidados continuos.			
- Llevar a cabo medidas establecidas por la institución para identificar el nivel de riesgo de los pacientes			
- Determinar y registrar la presencia y calidad del apoyo familiar			
- Identificar el funcionamiento del equipo y mobiliario			
- Determinar la presencia/ausencia de necesidades vitales básicas.			
- Determinar el cumplimiento con los tratamientos y cuidados.			
- Detectar las áreas físicas de mayor riesgo - Identificar los recursos institucionales para implementar estrategias			

Tabla 5: se dan a conocer diferentes estrategias para el control de caídas en pacientes que sufren de alguna afección y que tiene más riesgo de presentar una caída

*Resultados:*

Después de aplicar los planes de cuidados, el paciente evolucionó favorablemente y acuerdo al Manual de heridas Manual clínico estandarizado para el manejo de heridas agudas y crónicas, se obtuvo como resultado la correcta atención del paciente y se controló su alto Riesgo de infección, así como una correcta orientación también a la familia para una mejor recuperación y con ayuda del personal médico se le pudo dar un correcto tratamiento.

La aplicación del Proceso de Atención de Enfermería permitió al personal de enfermería prestar cuidados de una forma racional, lógica y sistemática. Este proceso es un sistema de planificación en la ejecución de los cuidados de enfermería, compuesto de cinco pasos: valoración, diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación. El propósito de la interrelación NANDA, NOC, NIC es hacer visible la relación entre las tres clasificaciones (diagnósticos, resultados, e intervenciones enfermeras) y facilitar la vinculación entre los tres sistemas, esto ayudo a brindar una mejor atención al paciente.

### *Conclusión:*

En el servicio de salud es frecuente recibir pacientes por mordedura de animales. Antes de la curación o atención inicial, es importante también el tratamiento de la probable infección así como intervenciones de enfermería para su atención óptima.

Las mordeduras ocasionadas por animales son accidentes más frecuentes de lo que se cree, se estima que una de cada dos personas es mordida por un animal o por una persona, agresiones que generan 1% de las atenciones en los Servicios de Emergencia, de las cuales 10 a 15% deben ser suturadas y 1% de los pacientes es hospitalizado. Jofré M., Perret P., Abarca V., Solari G., Olivares C. y López Del P., (2006)

Respecto de cualquier lesión causada por la mordedura de un animal, la OMS (2018):

- da prioridad a las iniciativas dirigidas a recopilar datos para ayudar a determinar la carga y los factores de riesgo de este tipo de lesiones;
- aboga por el fortalecimiento de los servicios de intervención de urgencia para las personas heridas;
- alienta las iniciativas de investigación que se centran en la eficacia de las intervenciones de prevención y las poblaciones más afectadas.

Estas heridas comúnmente se infectan ya que pueden transmitir bacterias tales como: Staphylococcus sp, Streptococcus milleri, Streptococcus sanguis entre otras. Si la herida lo requiere, se debe realizar valoración quirúrgica temprana debido a que las heridas realizadas por mamíferos pueden ocasionar necrosis por la presión que ejercen hacia el tejido. El uso de antibióticos se recomienda para que la herida no se infecte ya que estas heridas se consideran con un alto riesgo de infección por las bacterias que pueden llegar a tener contacto con el tejido.

### *Referencias bibliográficas:*

Barcones M. (2018) Mordeduras y picaduras de animales, Consultada por internet el 15 de octubre de 2019, Dirección de internet: [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/mordeduras\\_y\\_picaduras\\_de\\_animales.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/mordeduras_y_picaduras_de_animales.pdf)

Contreras M., Sandoval J., Rodríguez B., García R. y Morales Y. (2016) Manejo de las mordeduras por mamíferos, consultada por internet el 15 de octubre del 2019, Dirección de internet: <https://www.redalyc.org/pdf/662/66248792016.pdf>

García S. (2016) Manual Clínico para la estandarización del cuidado y tratamiento a pacientes con heridas agudas y crónicas, Consultada por internet el 15 de octubre del 2019, Dirección de internet: [http://www.calidad.salud.gob.mx/site/editorial/docs/Manual\\_Clinico\\_Heridas.pdf](http://www.calidad.salud.gob.mx/site/editorial/docs/Manual_Clinico_Heridas.pdf)

Jofré M., Perret P., Abarca V., Solari G., Olivares C. y López Del P., (2017) Recomendaciones para el manejo de mordeduras ocasionadas por animales, Consultada por internet el 15 de octubre de 2019, Dirección de internet: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182006000100002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182006000100002)

Villagra V, Cáceres D, Alvarado S, Salinas E, Caldera L, Lucero E, Viviani P. y Torres M (2017), Caracterización epidemiológica de mordeduras en personas, según registro de atención de urgencia. Provincia de Los Andes, Chile, Consultada por internet el 15 de octubre del 2019, Dirección de internet: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182017000300002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000300002)

# REVISIÓN TEÓRICA: INTERVENCIONES EN PSICOLOGÍA HUMANISTA Y PSICOLOGIA POSITIVA PARA EL BIENESTAR PSICOLÓGICO Y SUBJETIVO

Mtra. Nidia Thalía Alva Rangel<sup>1</sup>, Dra. Ma. Elena Flores Villavicencio<sup>2</sup>,  
Dra. Judith López Peñaloza<sup>3</sup> y Dra. Teresa Margarita Torres López<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente trabajo pretende ampliar sistemáticamente el marco de investigación sobre las intervenciones psicológicas de corte humanista y positiva para la atención de bienestar psicológico y subjetivo, para contribuir con el objetivo principal de la psicología positiva: aumentar el florecimiento y definir con mayor precisión los contornos del bienestar humano, y la psicología humanista: desarrollar el potencial humano mediante la satisfacción armónica de su bienestar. El método utilizado fue un proceso sistemático de búsqueda de literatura, publicada en las bases de datos como: Ebsco Health Business Elite, Annual reviews, Springer, Wiley online library, Redalyc, Science research y Scielo. Se identificó información desde la definición del problema, literatura consultada, organización y análisis de la información para la detección de las principales características y resultados de las intervenciones. Logrando conocer el enfoque psicológico más abordado en la actualidad, permitiendo que otros investigadores consulten las fuentes bibliográficas citadas.

**Palabras clave**—bienestar psicológico, bienestar subjetivo, psicología humanista, psicología positiva, intervenciones.

## Introducción

Los estudiosos de la felicidad concuerdan en que existe una dificultad en definir la felicidad, sin embargo, para el progreso científico ha sido necesario operacionalizar el concepto claramente (Kesebir y Diener, 2009). Por ello, hoy en día se cuenta con algunas propuestas en la Psicología Positiva. Diener propuso nombrar a la felicidad como bienestar subjetivo, refiriéndose a la evaluación cognitiva que la persona hace de la satisfacción con su vida y la evaluación afectiva de sus estados de ánimo y emociones (Kesebir y Diener, 2009). Así, el concepto de bienestar subjetivo, ha sido formado desde una visión hedónica basada en Epicuro (341-270 a.C.), quien consideraba que el valor máximo radicaba en encontrar la felicidad a través de la satisfacción de los apetitos y del incremento de emociones positivas. Así, *hedoné* significa placer, por ello, el objetivo es multiplicar los objetos de placer, gozar todo lo posible y sufrir lo menos posible en la medida que el placer aumente (Epicuro, 341-270 a.C.). Por consiguiente, el bienestar subjetivo comprende un componente cognitivo: la satisfacción con la vida, y dos componentes afectivos: el afecto positivo y afecto negativo (Diener, Oishi y Lucas, 2009). El afecto positivo se caracteriza por elevada alegría, concentración completa y dedicación agradable. Por otro lado, el afecto negativo es una variedad de humores que incluyen enojo, culpa, temor y nerviosismo (Clark y Watson, 1991). Lo que se busca es tener el mayor afecto positivo y el menor afecto negativo posible. Destacando así, la naturaleza subjetiva de la felicidad del ser humano (Kesebir y Diener, 2009). A pesar de que el concepto de bienestar subjetivo había sido criticado por Quintero y González (1997) por carecer de teorización y dar pie a imprecisiones y generalidad conceptual en los instrumentos diseñados para su medición, en los últimos años, las medidas de bienestar subjetivo se han robustecido a través de una gran cantidad de evidencia (Geerling y Diener, 2018).

Por lo que respecta a otros tipos de bienestar y sus características, existe otro modelo muy utilizado y fortalecido con estudios empíricos principalmente en la Psicología Positiva: el bienestar psicológico de Ryff (1989). Este modelo contempla la visión eudaimónica de Aristóteles, donde el bien humano mayor es el desarrollo de los atributos del alma (Aristóteles, 384-322 a.C./1999). Considera que la satisfacción de los apetitos o el sentirse bien no es lo más importante, sino el desarrollo de la virtud; logrando lo mejor que hay en cada persona, entonces, la felicidad es el producto de los buenos actos y de la conducta correcta (Aristóteles, 384-322 a.C./1999). Así pues, Ryff (1989) propone el modelo de bienestar psicológico que consta de seis dimensiones: autonomía, autoaceptación, propósito en la vida, relaciones positivas, dominio del entorno y crecimiento personal. El bienestar psicológico se ha

<sup>1</sup> La Mtra. Nidia Thalía Alva Rangel es Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco [psic.thalia@yahoo.com](mailto:psic.thalia@yahoo.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> La Dra. Ma. Elena Flores Villavicencio es Profesora del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco [marlencilla27@hotmail.com](mailto:marlencilla27@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Judith López Peñaloza es Profesora del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán [judlope@yahoo.com.mx](mailto:judlope@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Teresa Margarita Torres López es Profesora del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco [marlencilla27@hotmail.com](mailto:marlencilla27@hotmail.com)

asociado con la salud física, ya que ha resultado ser un factor protector de enfermedades, capaz de reducir el riesgo de alzheimer, de infartos y promover el alargamiento de la vida Ryff (2014).

Por otra parte, el pionero de la psicología positiva ha desarrollado su propio modelo de bienestar llamado PERMA. En el año 2002, Martin Seligman (2011a) propuso una teoría sobre la felicidad auténtica que consistía en tres elementos: emoción positiva, compromiso y sentido. Sin embargo, la reformuló porque había omitido el éxito y la maestría en su modelo (Seligman, 2018). No estaba convencido de utilizar el concepto de felicidad, por su asociación con el hedonismo, ya que consideraba que limitaba sus intenciones. Además, por recapacitar que la felicidad es un concepto que se ha utilizado en exceso, no lo consideró adecuado para ser utilizado por la ciencia (Seligman, 2011a). Por ello, señaló el bienestar como tema central de la psicología positiva, y el florecimiento como la norma para su medición (Seligman, 2011a). No obstante, en el año 2018, después encontrar una relación del  $r = .89$  entre el PERMA profiler y el bienestar subjetivo, señala que el bienestar equivale a felicidad (Seligman, 2018 y Goodman, Disabato, Kashdan y Kauffman, 2018). Esto sugiere, que este modelo guarda cierta similitud con el del bienestar subjetivo y se considera un buen avance en la búsqueda de una teoría apropiada sobre los elementos del bienestar (Seligman, 2018). Posteriormente, Giangrasso (2018) sugiere que los elementos PERMA incluyen tanto bienestar eudaimónico, como bienestar hedónico.

De este modo, el modelo de bienestar PERMA de Seligman (2011) es un constructo formado por cinco elementos: emoción positiva, compromiso, relaciones positivas, sentido y logro. Cada uno de estos elementos tiene tres características: contribuye al bienestar, las personas lo buscan por sí mismo y son independientes de los demás elementos (Seligman, 2011). En esta teoría, Seligman (2011) señala 6 virtudes con veinticuatro fortalezas que aumentan los elementos PERMA: conocimiento y sabiduría, coraje, humanidad, justicia, moderación y trascendencia. Por ende, es un bienestar definido por Butler y Ken como “un estado dinámico óptimo de funcionamiento psicosocial que surge de funcionar bien en múltiples dominios psicosociales” (2016, p. 2).

En lo que refiere a las intervenciones para el bienestar, Solano (2011) encontró que para lograr el acceso a la felicidad en el largo plazo, adquiere mayor importancia el bienestar eudaimónico sobre el bienestar hedónico. Por otro lado, acorde con Steptoe (2019), los mecanismos que vinculan la felicidad con la salud incluyen factores de estilo de vida, como la actividad física, la elección de la dieta, y procesos biológicos, que implican vías neuroendocrinas, inflamatorias y metabólicas. Por lo tanto, sostiene que las intervenciones aún no han demostrado mejoras sustanciales y sostenidas en el bienestar subjetivo o en la salud física (Steptoe, 2019).

Por todo esto, se consideró necesario realizar una revisión descriptiva que proporcione al lector una actualización sobre conceptos útiles en áreas en constante evolución. Este tipo de revisiones son de gran utilidad en la enseñanza y de interés para estudiosos de campos conexos, porque el contar con buenas revisiones es la mejor forma de estar al día en las esferas generales de interés. Así, una vez identificadas las aproximaciones teóricas existentes sobre el bienestar, se precisa el objetivo.

### *Objetivo*

El presente estudio tiene como objetivo mostrar evidencia disponible sobre los estudios de mediciones e intervenciones sobre el bienestar subjetivo y el bienestar psicológico.

### **Método**

Se investigaron cuáles son las bases de datos más utilizadas en la Psicología. Con base en ello, se realizó una búsqueda sistemática para identificar estudios relacionados con el bienestar, bienestar subjetivo y bienestar psicológico que han sido publicados en las bases de datos: Ebsco Health Business Elite, Annual reviews, Springer, Wiley online library, Redalyc, Science research y Scielo. Finalmente se agruparon los artículos científicos que cumplieron con los criterios de selección.

### *Selección de estudios*

Se seleccionaron aquellos artículos científicos que se han publicado en los últimos tres años, es decir de 2016 a 2019. Dichos trabajos tienen como tema de estudio el bienestar, con las palabras clave: bienestar, bienestar subjetivo y bienestar psicológico. En seguida de la revisión de literatura existente, se tomó la decisión de seleccionar aquellos artículos que utilizaron el modelo de bienestar PERMA. Se consideraron trabajos escritos originalmente en inglés, en español y en portugués.

### **Resultados**

Después de hacer una revisión de la información generada, se encontró que se cuenta con bases de datos con una extensa cantidad de artículos en relación con el bienestar, como se puede observar en el cuadro 1. Sin embargo, dentro del mismo concepto pueden estar considerados otros tipos de bienestar como el económico, material, mental,



físico, social, entre otros. De manera específica, al dirigir la búsqueda al bienestar psicológico, reduce considerablemente el número de publicaciones, sin embargo, dicho concepto ha obtenido aún más atención de los estudiosos que el concepto de bienestar subjetivo.

Base de datos	Bienestar	Bienestar Psicológico	Bienestar Subjetivo
Science Research	2,421	33	27
Ebsco Health Business Elite	1,545	43	132
Annual Reviews	14	2	1
Springer	73,703	21,793	12,881
Wiley online library	8,852	4,673	1,971
Redalyc	66,072	5,378	2,170
Scielo	1,161	212	132
Total	153,768	32,134	17,314

Cuadro 1. Publicación total de artículos científicos por base de datos entre los años 2016 y 2019.

En cuanto a los programas de intervención implementados para aumentar el bienestar subjetivo y bienestar psicológico, se ha realizado con más frecuencia en la población estudiantil, seguida por otras poblaciones como son trabajadores, adolescentes, niños y parejas. Asimismo, algunos de los tipos de intervención utilizados son a través de las fortalezas del carácter de Seligman, de yoga y de la música, principalmente en el campo educativo y organizacional. En el cuadro 2, se pueden observar estudios que muestran parte de los últimos avances existentes sobre el modelo de bienestar PERMA.

Autores	Año	Nombre	Datos de interés
Wagner, L., Gander, F., Proyer, R. y Ruch, W.	2019	Fortalezas de carácter y PERMA: investigando las relaciones de las fortalezas de carácter con un marco multidimensional de bienestar	El carácter contribuye al bienestar y podría guiar el desarrollo de intervenciones basadas en fortalezas adaptadas a las necesidades individuales.
Giangrasso, B.	2018	Propiedades psicométricas del PERMA-Profiler como medida de bienestar hedónico y eudaimónico en un contexto italiano	Favorece la idea de que PERMA-Profiler es un instrumento capaz de medir el bienestar eudaimónico de una manera más simplificada en comparación con el de Ryff.
Haider, S., Jabeen, S., Ahmad, J.	2018	La mediación moderada entre el equilibrio vida-trabajo y el desempeño laboral: el papel del bienestar psicológico y de la satisfacción con los compañeros	El bienestar psicológico media el vínculo entre el equilibrio de vida personal y laboral y el desempeño del trabajo, y la satisfacción de los empleados con los compañeros de trabajo mejora el desempeño del trabajo, fortaleciendo el efecto de este equilibrio en el bienestar psicológico.
Durgante, H., Mezejewski, L., Navarine, C., y Dell'Aglio, D.	2019	Intervenciones psicológicas positivas para adultos mayores en Brasil	Con revisión se constató la carencia de criterios sistemáticos para evaluar la evolución de programas de intervención en psicología positiva.
Castro, A. y Cosentino, A.	2016	Las relaciones entre las fortalezas del carácter y la vida realizada desde el punto de vista de personas legas en Argentina	El amor, honestidad y vitalidad son las fortalezas del carácter más importantes para el bienestar personal; perseverancia y autorregulación, para lograr metas vitales, honestidad y gratitud para el desarrollo de relaciones positivas; compañerismo e imparcialidad para las relaciones laborales positivas, e imparcialidad y

			honestidad para contribuir a un país mejor.
D'raven, L., y Pasha-Zaidi, N.	2016	Using the PERMA Model in the United Arab Emirates	La forma en que se describe la felicidad se superpone con las vías de PERMA en formas culturalmente consistentes. El estudio sugiere que mientras los investigadores apunten a aumentar el bienestar y las naciones se esfuercen por mejorar la satisfacción de sus ciudadanos, las estructuras culturales pueden ser impactadas.

Cuadro 2. Artículos seleccionados con datos de interés para el modelo de bienestar PERMA.

### Desarrollo y discusión

Con el surgimiento de la psicología positiva a partir del año 2001, ha aumentado considerablemente el número de estudios en bienestar, incluso permitiendo hacer mediciones y comparaciones entre países, especialmente sobre bienestar subjetivo. Sin embargo, la mayor parte de los estudios se limitan a su medición y su relación con otras variables, siendo más escasos los estudios sobre los resultados de intervenciones. Así lo confirman Lambert, Hotchkiss y Passmore, (2019), quienes encontraron que si bien los beneficios de una mayor positividad organizacional están ganando popularidad, los medios para aumentarla son menos conocidos, hoy en día, las organizaciones continúan adoptando un enfoque tradicional centrado en reducir los problemas, en lugar de aumentar las emociones positivas y el potencial humano.

Después de haber realizado la revisión sistemática, se puede notar que existe una tendencia a utilizar el concepto de bienestar psicológico de Carol Ryff como eudaimonía, y el de bienestar subjetivo de Diener como bienestar hedónico. A su vez, ambos conceptos han sido utilizados en algunas ocasiones como sinónimo de felicidad. Además, el concepto de bienestar PERMA de Seligman, ha sido utilizado como bienestar subjetivo, bienestar psicológico y como una integración de ambos tipos de bienestar. Estudios como el de Giangrasso (2018), donde analiza las propiedades psicométricas del PERMA-Profilier como medida de bienestar hedónico y eudaimónico en un contexto italiano, muestra la ventaja de usar el modelo PERMA por encima del modelo de bienestar psicológico de Ryff (1989).

Sobre el PERMA, se encontró que a través de intervenciones sobre las fortalezas de carácter se puede tener efecto en el bienestar personal (Wagner, Gander, Proyer y Ruch, 2019; Castro y Cosentino, 2016). Dicho efecto, en coordinación con un esfuerzo de las naciones por mejorar la satisfacción de sus ciudadanos, se puede lograr un impacto en las estructuras culturales (Lambert D'raven y Pasha-Zaidi, 2016). Sin embargo, existe aún la carencia de criterios sistemáticos para evaluar la evolución de programas de intervención en psicología positiva (Durgante, Weinert, Navarine, Dalbosco, 2019).

### Conclusión

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se estudió la producción científica disponible actualmente sobre el bienestar psicológico y subjetivo. Los resultados de la investigación incluyen la revisión de dicho material, encontrando un creciente interés en temas del funcionamiento óptimo del ser humano. Existe un creciente interés en el bienestar del ser humano y en las variables que se correlacionan con éste, incluso con estudios a gran escala donde se pueden comparar países enteros. Sin embargo, continúa siendo muy escaso el estudio sobre resultados de las intervenciones que se llevan a cabo con el fin de tener impacto en el bienestar psicológico o subjetivo.

#### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en el impacto que tienen las intervenciones y la permanencia en el tiempo de dichos resultados. Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a la medición de la eficacia de las intervenciones dirigidas a incrementar el bienestar psicológico y subjetivo.

En lo que concierne a las intervenciones encontradas, dentro del campo de la psicología se encuentran principalmente por parte de investigadores en psicología positiva. Sin embargo, ante la evidente relación del concepto de bienestar con el de desarrollo humano de la psicología humanista, se puede fomentar la investigación

por parte de psicólogos humanistas que cuentan con una gran variedad de herramientas para trabajar temas como el bienestar a través de desarrollo del potencial humano.

## Referencias

### Referencias bibliográficas

- Aristóteles. "Ética nicomaquea". México: Editores mexicanos unidos, S.A, 1999.
- Butler, J. y M. Kern. "The PERMA-Profilers: a brief multidimensional measure of flourishing". *International journal of wellbeing*, Vol. 6, No. 3, 2015.
- Clark, L. A. & D. Watson. "Tripartite model of anxiety and depression: Psychometric evidence and taxonomic Implications". *Journal of Abnormal Psychology*, Vol. 100, No. 3, 1991.
- Castro Solano, Alejandro, & Cosentino, Alejandro César. "The relationships between character strengths and life fulfillment in the view of lay-people in Argentina". *Interdisciplinaria*, Vol. 33 No. 1. Recuperado en 20 de agosto de 2019, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-70272016000100004&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-70272016000100004&lng=es&tlng=en). 2016.
- Diener, E., S. Oishi, & E. Lucas. "Subjective well-being: The science of happiness and life". En Lopez, S.J., & Snyder, C.R. (Eds.). *Oxford Handbook of positive psychology*. Nueva York: Oxford University Press. 2009.
- Durgante, H., Mezejewski, L. W., Navarine, C., & Dell'Aglío, D. D. "Intervenções psicológicas positivas para idosos no Brasil". *Ciencias Psicológicas*, Vol.13 No. 1, 2019.
- D'raven, L. L., & Pasha-Zaidi, N. "Using the PERMA model in the United Arab Emirates". *Social Indicators Research*, Vol. 125, No.3. 2016.
- Geerling, D., & E. Diener. "Effect size strengths in subjective well-being research". *Applied Research in Quality of Life*. 2018.
- Giangrasso, B. "Psychometric properties of the PERMA-Profilers as hedonic and eudaimonic well-being measure in an Italian context". *Current Psychology*, 2018.
- Goodman, F., D. Disabato, T. Kashdan, & S. Kauffman. Measuring well-being: A comparison of subjective well-being and PERMA. *The Journal of Positive Psychology*, Vol. 13, No. 4, 2018.
- Haider, S., Jabeen, S., & Ahmad, J. "Moderated mediation between work life balance and employee job performance: The role of psychological wellbeing and satisfaction with coworkers". *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, Vol. 34, No. 1, 2018.
- Kesebir, P., & E. Diener. "In pursuit of happiness: Empirical answers to philosophical questions". *In The science of well-being*. Springer, Dordrecht, 2009.
- Lambert L., L. Hotchkiss & H. Passmore. "Measuring Wellbeing: How and Why?". In: L., Lambert & N. Pasha-Zaidi (eds). *Positive Psychology in the Middle East/North Africa*. Springer: Cham, 2019.
- Quintero, G. & U. González. "Calidad de vida, contexto socioeconómico y salud en personas de edad avanzada". *Gerontología y salud: Perspectivas actuales*. Madrid: José Buendía, 1997.
- Ryff, C. "Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being". *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 6, 1989.
- Ryff, C. D. "Psychological Well-Being Revisited: Advances in the Science and Practice of Eudaimonia". *Psychotherapy and Psychosomatic*, Vol. 83, 2014.
- Seligman, M. "Florece. La nueva psicología positiva y la búsqueda del bienestar". Oceano: México, 2011.
- Seligman, M. "PERMA and the building blocks of wellbeing". *The Journal of Positive Psychology*, 2018.
- Solano, A. C. "Las rutas de acceso al bienestar. Relaciones entre bienestar hedónico y eudaemónico. Un estudio en población argentina". *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*, Vol. 1, No. 31, 2011.
- Stephoe, A.. "Happiness and Health". *Annual Review of Public Health*. No. 40, Vol. 1, 2019.
- Wagner, L., Gander, F., Proyer, R. T., & Ruch, W. "Character strengths and PERMA: Investigating the relationships of character strengths with a multidimensional framework of well-being". *Applied Research in Quality of Life*, 2019.

## Notas Biográficas

La **Mtra. Nidia Thalía Alva Rangel** es estudiante del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad de Guadalajara. Terminó su maestría en Psicología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se ha desempeñado como docente y facilitadora de cursos de

Desarrollo Humano en universidades como UMSNH, UCLA, UNLA y UdeG. Es fundadora del Centro de Atención Psicológica del Empleado Universitario en la UMNSH. Ponente en congresos internacionales en países como México, Rusia, Brasil, Rumania, Portugal y EUA.

La **Dra. Ma. Elena Flores Villavicencio** es Profesora del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. Licenciada en Psicología, Maestra en Ciencias de la Salud Pública y Doctora en Psicología de la Salud, en la Universidad de Guadalajara. Es profesora investigadora del Departamento de Ciencias Sociales del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara, y también colabora en el programa del Posgrado en la Maestría en Gerontología. Cuenta con el reconocimiento a perfil deseable por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

La **Dra. Judith López Peñaloza** es Profesora del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Profesora-Investigadora en la Facultad de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Maestra en Psicología Clínica y Doctora en Psicología, Psicoterapeuta de familias, experta en temas de duelo, trauma y resiliencia. Miembro del SNI, Nivel 1. Autora de varios capítulos de libro y artículos científicos. Frecuente ponente nacional e internacional de temas de sus líneas de investigación. Distinción Rogelio Díaz Guerrero a investigadores de la Psicología Social y Etnopsicología.

La **Dra. Teresa Margarita Torres López** es Profesora del Doctorado Interinstitucional en Psicología en la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. Licenciada en Psicología por la Universidad Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Maestra en Ciencias de la Salud Pública por la Universidad de Guadalajara, México y Doctora en Antropología Social y Cultural por la Universidad Rovira y Virgili, España. Es profesora e investigadora titular del Departamento de Salud Pública del Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Colabora en el programa de Doctorado en Ciencias de la Salud Pública y la Maestría en Psicología Social de la UdeG. Cuenta con el reconocimiento a perfil deseable por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

# LA CULTURA LEGAL Y FORENSE EN EL PROCESO DE PAZ NACIONAL

Lic. Aldo Harim Alvarez de la Cruz IUDY Sistema IUP<sup>1</sup>

## Resumen

La educación es un proceso metodológico de enseñanza destinada a desarrollar la capacidad intelectual, moral y afectiva de la persona, esta debe estar al alcance; entendiéndose que es un derecho universal, el no ejercitar y promover como Estado, profesa un retroceso social y cultural.

La importancia de la divulgación de la educación, presentó la necesidad de conocer sobre la cultura jurídica/forense, que es una serie de creencias, expectativas, opiniones y obligaciones entre particulares y gobernantes, comprende una dinámica de vida sociopolítica; entre la normatividad y la sociedad. Debido a ello fue necesario comprender el desarrollo de transición de un sistema penal Inquisitivo-Mixto a un Sistema Acusatorio Adversarial; el desarrollo de un nuevo paradigma social, fue así, que la falta de voluntad política del gobierno por fomentar la cultura jurídica desencadena un Estado de derecho frágil siendo una responsabilidad de la ciencia promover la cultura legal/forense.

*Palabras claves:* Cultura jurídica, Sistema Acusatorio Adversarial, Forense, Estado de derecho.

## Introducción

El comportamiento individual de la sociedad, provoca consecuencias colectivas, orientaciones y actitudes e incluso creencias, encaminadas a patrones de conductas manifestadas a través de diferentes formas, por lo cual la actitud del desconocimiento de la actividad jurídica/forense en la comunidad, marca un desequilibrio cultural jurídico, debido a que cualquier actividad realizada por las personas frente a un hecho delictivo, sin el conocimiento legal y forense puede entorpecer la investigación. A partir de ello toma relevancia el que no se trata de educar, sino de conducir a los diversos sectores de la población hacia una manera de convivir con el conocimiento de la cultura jurídica/forense.

## Descripción del método

### *Reseña*

Para el estudio y análisis del problema, utilicé el método cualitativo, descriptivo y análisis estadístico, así mismo, la técnica de la descripción, líneas de tiempo, entrevistas no estructuradas y comparativa de datos. Identifiqué la necesidad de divulgar sobre las ciencias jurídicas/forenses debido que como instructor policial y docente universitario, pude estar en contacto tanto con estudiantes en formación y sociedad, observé el desconocimiento del Sistema Penal Acusatorio y las Ciencias Forenses, fué entonces que consideré una responsabilidad de la ciencia y quienes la integramos, divulgar el conocimiento para el fortalecimiento de las actividades correspondientes a los sectores mencionados, generar la confianza social de las instituciones investigadoras de delitos.

### *Referencias bibliográficas*

El aspecto legal es indispensable para enunciar los lineamientos del delito de **encubrimiento**, de acuerdo (Cámara de diputados del H. congreso de la unión , 2014) hace referencia quien altere ó modifique un indicio es responsable de ello. Otro autor (CIDAC, 2016) desarrolló una metodología para medir el impacto de los avances del Sistema Penal Acusatorio y los avances en el país, es así como el (Consejo Nacional de Seguridad Pública , 2015) determina que el trabajo de investigación de los delitos corresponde al ministerio público en coadyuvancia de las policías y peritos. Fue entonces que (Mendoza, 2015) sugiere: la cultura cívica genera participación y democracia social. (Narvaez , 2010) Refiere en su análisis sobre la cultura jurídica, su importancia e interpretación que tiene entre el derecho y sus instituciones. Es así que la (Oficina de las Naciones Unidad contra la Droga y el Delito, 2009) clasifica los indicios que podemos encontrar en un lugar de los hechos y el desconocer entrando en contacto pone en peligro la salud y la vida. La (Real Academia Española , 2017) define el significado de la palabra forense, hace referencia a foro en donde se desarrollan los juicios en la antigua Roma.

<sup>1</sup> Lic.Aldo Harim Alvarez de la Cruz es profesor de Criminología y Criminalística en el Instituto Universitario Puebla campus Villahermosa. [a.aldo92alvarez@gmail.com](mailto:a.aldo92alvarez@gmail.com)

## Cultura Jurídica

El concepto de cultura jurídica ha sido elaborado sobre todo por sociólogos del derecho, en ese ámbito, un nombre prominente es el del profesor Lawrence Friedman, quien la definió como “una interpretación del derecho *oficial, popular o mixto* y sus instituciones” (Friedman, 1969 en Narváez, 2010: 7)

“La cultura política o cultura cívica que también tiene que ver con esta convicción a favor de ciertos valores de democracia de participación” (Mendoza, 2015, pág. 4). Entendiendo así, que la cultura jurídica es un conjunto de valores, actitudes, comportamientos de una sociedad e instituciones que la componen, con el fin de regular dichas conductas para mantener un Estado de derecho<sup>2</sup>

El 18 de junio de 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se reformaron y adicionaron diversas disposiciones de nuestra Constitución<sup>3</sup>, a fin de establecer un Sistema de Justicia Penal Acusatorio y Oral. Entendiéndose ahora la investigación como una actividad conjunta de la Policía, Peritos y del Ministerio Público, como conductor y director en esta actividad, por tal motivo es necesario generar una coordinación de manera horizontal, entre estos actores fundamentales, para la adecuada operación del Sistema. (Consejo Nacional de Seguridad Pública, 2015, pág. 3). A partir de la implementación del sistema se generaron diversas actividades entre cursos, talleres y capacitación al personal inmerso dentro del mismo, la unidad del gobierno y la sociedad civil se vieron involucradas con el objetivo de aportar y dar seguimiento a este cambio de estructura en materia de justicia. Fue así que en 2013 el Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. (CIDAC) desarrolló la metodología para el seguimiento y evaluación del proceso de implementación del Sistema Penal Acusatorio, con base en una serie de indicadores que permitió establecer un ranking nacional del avance de la implementación<sup>4</sup>.

De acuerdo a el CIDAC, del 2010 al 2016 se invirtieron \$15.4 mil millones de pesos en la implementación y capacitación de todo el personal. A la fecha límite de inicio 2016, el 83% del personal que necesitaba capacitación para las operaciones del Sistema de Justicia Penal *no se encontraba capacitado*.

Por lo anterior, la desorganización, la falta de eficiencia y eficacia por parte de las instituciones establecidas para la procuración e impartición de justicia, encaminan a una vía social de desestabilidad, debido a que como instituciones deben marcar las pautas para el robustecimiento de una cultura de la legalidad. El estrato social juega un papel indispensable en el paradigmático desarrollo del Sistema Penal Acusatorio, es el eslabón que falta por conocer, comprender e identificar cual es el rol que juega inmerso en este sistema legal.

## Cultura Forense

La palabra *forense* procede etimológicamente, en su raíz, de la palabra foro o *forum*, en latín. El foro era el lugar donde, en cada ciudad o pueblo romano, se establecía el mercado. El (Diccionario de la Lengua Española, 2017) define la palabra *forense* como un adjetivo perteneciente o relativo al foro, conociéndose este como el lugar donde se desarrollaban los juicios en la Roma antigua. En la actualidad dichos establecimientos son conocidos como *tribunales* en donde especialistas en la materia (es decir, por personal especializado en diversas ramas de las ciencias, técnicos o aquel que domine un arte u oficio con carácter de investigación judicial) escuchan y definen causas, y en donde su encuentro es útil para debatir una cierta cuestión, todo lo anterior ante un auditorio.

El eje central de la actividad forense es resolver de manera objetiva e imparcial, generar y dar sustento técnico a las hipótesis para poder resolver los casos, y dar el sustento al juez para apoyarse en sus conclusiones judiciales; de este modo las ciencias forenses apoya a la procuración de la justicia. Sin embargo, en todo este papel de investigación se encuentra un aspecto muy importante, la *sociedad*; está se ve inmersa desde un plano protagónico debido a que son el prime eslabón de la cadena que tiene contacto con el lugar de los hechos<sup>5</sup>. Por lo tanto, se encuentran bajo diversas circunstancias y roles, ejemplo: como víctimas u ofendidos o incluso como espectadores, cual sea el caso, es necesario conocer los principios básicos para no contaminar, alterar, modificar, sustraer o implantar algún elemento que pueda modificarse de un lugar de los hechos. La importancia de tener este conocimiento es simple: la

<sup>2</sup> El Estado de derecho es el aseguramiento de la libertad y propiedad del ciudadano, su objeto la promoción del bienestar del individuo. Los derechos del hombre y la separación de poderes.

<sup>3</sup> Reforma constitucional en materia de seguridad y justicia del año 2008

<sup>4</sup> <http://cidac.org/metodologia-para-el-seguimiento-y-evaluacion-de-la-implementacion-y-operacion-del-nuevo-sistema-de-justicia-penal-en-mexico/>

<sup>5</sup> Sitio en el que se ha cometido un hecho probablemente delictivo, o en el que se localizan o aportan indicios relacionados con el mismo.

seguridad física, la salud y la vida; pueden encontrarse en peligro, junto con los diversos materiales en el lugar. La (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2009) clasifican los diferentes indicios que podemos encontrar en un lugar de los hechos y que ponen en peligro la integridad de las personas:

- Productos químicos (tanto los que se encuentran en la escena del delito por ejemplo, en el caso de los laboratorios clandestinos, o los productos químicos utilizados como parte de la investigación)
- Materiales biológicos (por ejemplo, la sangre y los fluidos corporales pueden presentar un riesgo de contraer el VIH/SIDA y otras infecciones)
- Explosivos sin detonar (por ejemplo, las armas trampa)
- Armas de fuego
- Factores medioambientales (por ejemplo, el exceso de calor o frío)
- Estructuras poco seguras (especialmente al recoger pruebas en escenas donde ha habido un incendio o ha explotado una bomba)
- Entorno inseguro (por ejemplo, cuando el delincuente sigue estando presente en el lugar de los hechos)
- Otros riesgos: objetos punzantes, riesgos radiológicos, nucleares eléctricos y gases.

El manipular algunos de los objetos antes descritos sin la preparación forense, pueden alterar la salud, cesar con la vida o incluso ser sujeto a una investigación judicial, lo anterior de acuerdo al Código Penal Federal mexicano en su artículo 400, capítulo I intitulado **Encubrimiento**, en su fracción VI refiere lo siguiente: “al que altere, modifique o perturbe ilícitamente el lugar, huellas o vestigios del hecho delictivo” (Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, 2014), se le aplicará prisión de tres meses a tres años y de quince a sesenta días multa

Por mencionar solo un ejemplo; imagínese que usted va caminando por una calle solitaria de su colonia, cuando a lo lejos ve a dos personas forcejeando, y una de ellas lesiona con un arma de fuego a la otra, el victimario corre y deja tirada el arma, mientras la víctima pierde la vida a causa del disparo. Usted se acerca, toma el arma de fuego y se la lleva consigo. Esta acción es un delito, incluso el no brindarle el auxilio a la víctima igual lo es, el no cooperar con la policía para la investigación y esclarecimiento de la misma forma encuadra en un delito. Al parecer es un ejemplo burdo, sin embargo, es más común de lo que parece.

### **Comentarios finales**

#### *Resumen de resultados*

El (CIDAC, 2016) Realizó la siguiente propuesta para la divulgación de la cultura de legalidad:

- Lograr el desarrollo integral del país en un marco de respeto estricto por las libertades cívicas.
- Buscar una mayor pluralidad y participación de la población en la toma de decisiones de la sociedad.
- Favorecer la igualdad de oportunidades legales entre la población.

De acuerdo a lo antes mencionado fue necesario conjugar la propuesta con la cultura forense, debido a que nos permitirá adicionar para una mejora social, el impacto sería en los siguientes:

- Favorecer en la confianza en las autoridades encargadas de la procuración e impartición de justicia.
- Generar el respeto a los derechos humanos Internacionales como el debido proceso, la presunción de inocencia y el principio de contradicción de las partes.
- Reducción de la corrupción del sistema de procuración e impartición de justicia.

#### *Conclusiones*

Nuestro sistema penal mexicano ha causado muchas inconformidades no solo en el ámbito social sino también en lo gubernamental. El actuar de cada órgano jurisdiccional ha sido puesto en tela de juicio, la gente confía menos en sus gobernantes y más aun de los encargados de velar por nuestra seguridad, procuración e impartición de justicia. Es por ello que el poder legislativo, ejecutivo y judicial se ven en la necesidad de generar acciones en pro de la sociedad, la educación jurídica/ forense sirve de mucho, tanto como para no seguir en este círculo vicioso de descontento e inconformidad, como para ayudar a nuestro mismo sistema a que pueda superar los grandes baches que ha venido atravesando desde el inicio de su camino. Por otro lado, pero en el mismo sentido crítico; la cultura forense es indispensable en cuanto como sociedad podamos desarrollar, y en algunos casos aprender, con ello evitaríamos no solo cometer delitos por acción sino por omisión; el desconocimiento sobre la materia también nos vuelve sujetos activos del delito.

Al conducimos con respeto a las normas jurídicas, en un mundo utópico que toda sociedad idealiza, buscando así generar un ambiente social favorable generando hábitos culturales que promuevan la paz. Es el Estado de derecho el que nos corresponde a todos, a las instituciones y a los ciudadanos. Todos tenemos la responsabilidad de llevar a cabo nuestras funciones, desde el nivel que nos corresponde, siempre teniendo presente el respeto a los derechos humanos. El ser completamente pasivo en un sistema de investigación activa, requiere de una sociedad proactiva y participativa.

La educación legal y forense permitirá en gran medida, atender la desconfianza que la ciudadanía tiene por las instituciones jurídicas del país y por consecuente dará resultados para combatir la corrupción del sistema que en un alto porcentaje es debido a la falta del conocimiento del mismo.

No puede pasar por alto el hecho de que es obligación del Estado brindar esa educación y divulgación social, sin embargo; es necesario subrayar que corresponde a todos los sectores enmarcar la necesidad de la cultura jurídica y forense. Siendo está responsable de determinar los alcances que se logre como sociedad, para obtener como resultados una adecuada impartición de justicia. A fin de cuentas “una ética del poder o de la política, deberá asumir las responsabilidades propias de una ética de la responsabilidad” (Rivera, 1999:228 en Mendoza Esquivel, 2015, pág. 8). De esta manera en las generaciones futuras se fomentará una jerarquía libre de corrupción y violencia.

## Referencias

- Cámara de diputados del H. congreso de la unión . (14 de 03 de 2014). *Código Penal Federal*. Obtenido de <http://www.sepomex.gob.mx/doctostransp/Documents/CPF14032014.pdf>
- CIDAC. (1 de 11 de 2016). *Metodología de seguimiento y evaluación de la operación del sistema de justicia penal en México*. Obtenido de <http://cidac.org/metodologia-para-el-seguimiento-y-evaluacion-de-la-implementacion-y-operacion-del-nuevo-sistema-de-justicia-penal-en-mexico/>
- Consejo Nacional de Seguridad Pública . (5 de 10 de 2015). *Protocolo Primer Respondiente* . Obtenido de <http://www.secretariadodejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/normateca/protocolos/ProtocoloPrimerRespondienteV1.pdf>
- Mendoza, J. (8 de 2015). *CULTURA JURÍDICA: UNA APROXIMACIÓN AL ASEGURAMIENTO DEL ESTADO DE DERECHO*. Obtenido de <http://www.iapem.mx/Presentaciones/2015-08-20-Cultura%20juridica-Joaquin%20Mendoza.pdf>
- Narvaez , H. (2010). *Cultura Jurídica* . Mexico : Ideas e imágenes .
- Oficina de las Naciones Unidad contra la Droga y el Delito. (2009). *La escena del delito y las pruebas materiales*. Obtenido de [www.unodc.org/documents/scientific/Crime\\_scene\\_Ebook.Sp.pdf](http://www.unodc.org/documents/scientific/Crime_scene_Ebook.Sp.pdf)
- Real Academia Española . (2017). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=IEW4LUu|IEXds1N>

## Notas bibliográficas

El **Lic. Aldo Harim Alvarez de la Cruz** es profesor del Instituto Universitario Puebla campus Tabasco, cuenta con una licenciatura en Criminalística y Criminología, concluyó su maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, es consultor forense privado.

## Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

¿Qué es el Estado de Derecho?

¿Qué es la cultura legal?

¿Qué es la cultura forense?

¿Cuál es el impacto social del desconocimiento de la cultura legal y forense?

¿Cuál es el desarrollo del Sistema Penal Acusatorio desde su implementación?

¿Cuál es el impacto del desconocimiento de los operadores del Sistema Penal Acusatorio?

¿Cuál es el impacto social del desconocimiento del Sistema Penal Acusatorio?



# ESTUDIO DE ERGONOMÍA OCUPACIONAL EN EL PUESTO DE TRABAJO DE LA EMPRESA MIYSE, MEDIANTE TEST ERGONÓMICOS Y REGRESIÓN LINEAL, PARA COMPROBAR LA CORRELACIÓN QUE EXISTE ENTRE EL AUMENTO DE LA FRECUENCIA CARDÍACA- CON EL AUMENTO DEL ESTRÉS LABORAL Y SUS FACTORES

Álvarez Ramírez Leonardo<sup>1</sup>, M. G. A. María Aurelia Lugo Cazares<sup>2</sup>, M.C. Moisés Tapia Esquivias<sup>3</sup>, Almanza Castillo Gabriel<sup>4</sup>, Arévalo Díaz Ángel<sup>5</sup>, Rubio Márquez María Fernanda<sup>6</sup>, Torres Morales Magdalena<sup>7</sup>

**Resumen**— El presente artículo hace referencia a un estudio ergonómico en el puesto de trabajo de la empresa MIYSE, mediante test de evaluación a los operadores y regresión lineal (Minitab). La primera parte consiste en 3 cuestionarios donde se pretende evaluar los factores de estrés, la segunda parte se lleva a cabo mediante el análisis de los resultados de la correlación que existe entre la frecuencia cardíaca, respecto al tiempo de trabajo (jornada laboral), dichas mediciones fueron tomadas a los trabajadores de la empresa, con un dispositivo que es una pulsera vía bluetooth (con sensor) y una base de datos en una computadora, con el cual se podrá observar si el operador de la maquinaria de fresadora en la empresa, tiene variación con respecto al aumento de la frecuencia cardíaca en tiempo real. Comprobando si el aumento de la frecuencia cardíaca está significativamente relacionado con el estrés laboral y sus factores que lo desencadenan. Ya que según estudios se ha comprobado que existe una relación significativa entre el aumento de la frecuencia cardíaca y el estrés en la jornada de trabajo.

**Palabras clave**

*Frecuencia cardíaca, Estrés laboral, Eficiencia, Minitab, Ergonomía.*

## Introducción

Con la siguiente investigación se pretende poder comprobar que los trabajadores de una industria en la ciudad de Celaya con la excesiva carga de horario, la especificación de las piezas entre otras causantes que el mismo trabajo ofrece puede ocasionar estrés laboral: el cual influye en la satisfacción que el empleado siente por la labor que desempeña, su bienestar psicológico en el ámbito laboral, familiar o social y el rendimiento del operador en el trabajo. Hoy en día se ve que los trabajadores que están expuestos a un estrés laboral no tienen el mismo rendimiento en su área de trabajo lo cual tiene un costo para la industria, para el trabajador y para la sociedad.

En el centro de trabajo, se habla de estrés laboral, que es un fenómeno que afecta a un alto porcentaje de trabajadores en todo el mundo industrializado y que con lleva un costo personal, psicosocial y económico muy importante. El estrés laboral se ve relacionado con la satisfacción laboral, que implica una actitud o actitudes, que influirán de una manera significativa en los comportamientos y desde luego en los resultados (Casullo, 2002).

Otra definición del estrés que apoya la postura antes mencionada “es el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara el organismo para la acción (Organización Mundial de la Salud O.M.S.)”.

Estas definiciones muestran la complejidad del fenómeno a estudiar en esta investigación y por ello se considera también de suma importancia la realización de la evidencia de estresores (factores psicológicos) que arrojaran los cuestionarios y a su vez un conjunto de mediciones de la frecuencia cardíaca, que forman parte de esta investigación.

Dentro de las pruebas que se llevaran a cabo en la presente investigación, es de suma importancia conocer desde el punto de vista de la salud, uno de los factores que indica el momento en el que el cuerpo comienza a percibir una situación de estrés, este factor detonante es conocido como “La frecuencia cardíaca (FC)”, este concepto de uno de los parámetros no-invasivos más utilizados en el análisis y valoración de actividad cardíaca del ser humano. Es uno de los signos vitales de la salud en el cuerpo humano. La FC mide la cantidad de veces por minuto que el corazón se contrae o late.

En las empresas los trabajadores están expuestos a actividades con grado de dificultad elevada que hace que la frecuencia cardíaca se vea afectada generando una reducción de eficiencia y rendimiento en la actividad de trabajo. Sin embargo, la frecuencia cardíaca es un factor al que se le ha dedicado poca o nula atención dentro de las empresas. Esto se debe a que no se le ha dado el enfoque significativo con respecto al estrés laboral que el colaborador pudiese tener.

Dentro del trabajo de investigación se aplicarán 3 encuestas para la evaluación de los factores de ergonomía

ocupacional en un puesto de trabajo para comprobar si el estrés es un factor clave y tener pautas para la realización de un análisis entre la frecuencia cardíaca y el estrés. Dado el resultado se procederá a utilizar una pulsera conectada a una plataforma que medirá la frecuencia cardíaca de los trabajadores para después con los datos obtenidos realizar un análisis de regresión lineal simple en el programa Minitab para comprobar si el aumento en la frecuencia cardíaca está asociado con el aumento del estrés laboral en el colaborador durante su jornada de trabajo.

### **Antecedentes**

La ergonomía es una técnica que se válida para la aplicación en la prevención de problemas tanto psicológicos como físicos. Se centra en los diferentes factores del centro de trabajo con los cuales el trabajador está en constante interacción a lo largo de la jornada laboral, por ende, debe estar en equilibrio todo el entorno en el que el mismo se desenvuelve para tener un trabajo y un resultado favorable tanto para la empresa como para el trabajador.

La ergonomía ocupacional se basa en la adaptación del entorno laboral para conseguir el bienestar del trabajador, contribuir positivamente en su salud y facilitar la correcta realización de sus tareas y funciones, generando un ambiente de trabajo apropiado y seguro, libre de problemas tales como el estrés.

Si entendemos la salud como un proceso integral social, físico y mental que se da a lo largo de la vida, asumimos que la forma en que se da el proceso depende en parte de la persona y por otra en las condiciones y oportunidades que faciliten o dificulten están condición. Uno de los objetivos es identificar la relación entre el estrés laboral, satisfacción en el trabajo y bienestar psicológico en una industria metalmeccánica y aquellas situaciones que son percibidas como estresantes por parte de los trabajadores.

Además de todos los factores psicológicos ya mencionados también es importante hacer énfasis en el área de la salud, uno de los factores que se pueden ver afectados por el estrés es la frecuencia cardíaca.

Dentro del ámbito de la salud el estrés es una respuesta importante, uno de los pioneros en esta investigación Dr. en medicina Hans Selye pionero en las investigaciones del estrés lo define como “una respuesta corporal no específica ante cualquier demanda que se le haga al organismo (cual la demanda externa excede los recursos disponibles)”. Lo que nos indica que es una respuesta para el enfrentamiento o para la huida.

El estrés se puede definir como un conjunto de reacciones físicas y mentales que una persona sufre en el momento en el que se ve sometida a diversos factores externos los cuales llegan a superar su capacidad para enfrentarse a ello, desarrollando sentimiento de impotencia y preocupación en ellos (Ahmed SM, 2016).

“El más fiable es en la muñeca. La zona del cuello palpando la carótida también es muy fiable, pero según en qué personas puede afectar a la disminución de la frecuencia cardíaca. Por lo que lo más recomendable es emplear la medición en la muñeca (pulso radial)” (Gary, A. Thibodeau, 2007).

MIYSE es una empresa la cual se dedica a la elaboración de autopartes personalizadas. La empresa cuenta con un total de ocho áreas tales como pavonado, rectificadas, CNC, fresado entre otras. El área de fresado se encarga de dar forma mediante corte a la pieza con especificaciones dadas por el cliente, dicha área se enfrenta día a día durante una jornada de ocho horas al trabajo repetitivo de transformar la materia prima en una pieza que pasando las pruebas de calidad y con las medidas y características correctas se encuentre lista para la siguiente etapa del proceso al cual deba ser sometida. La empresa labora un turno al día con un total de 8 horas. La jornada e ingreso de los trabajadores a la empresa es en punto de las 7:00 am y concluye en punto de las 4:00 pm.

La empresa cuenta con un total de 4 máquinas fresadoras para realizar sus actividades correspondientes, se observó que en un lapso aproximado de 4 a 6 horas la eficiencia del colaborador que se encuentra laborando en dicha área es mayor al resto de horas de la jornada laborable en el día, es decir después de cierto número de horas de estar laborando la actividad asignada, la eficiencia mostrada por el colaborador es menor a la mostrada al inicio del turno.

Lo que se podría traducir en un menor número de piezas y/o trabajos realizados generando pérdidas económicas para la empresa y a su vez afectando al colaborador causando estrés laboral a causa de las tareas repetitivas que debe realizar en su área de trabajo durante la jornada laboral. Por ende, mediante el uso de test de ergonomía ocupacional y el uso de una pulsera y una plataforma se desarrolló una investigación la cual está centrada en el estrés generado al realizar tareas repetitivas a lo largo de una jornada laboral, como se relaciona esta con la frecuencia.

### **Descripción del método**

En la presente investigación se pretende obtener una idea más clara de los factores que afectan a los trabajadores en relación con la comunicación y al trato que hay entre los encargados del área de fresado y los empleados que se encargan de realizar sus actividades en dichas áreas. Una herramienta la cual ayuda a obtener dichos resultados es el uso de test relacionados a la ergonomía ocupacional y un conjunto de mediciones con un análisis de regresión lineal simple, que a continuación se describe:

1.- Detección de un área de oportunidad por medio de la observación.

En base a investigaciones (proyectos) anteriores realizados en dicha empresa se observó que existen un conjunto de áreas de oportunidad en las cuales es viable la realización de un proyecto ergonómico que ayuden a detectar variables que pueden afectar al trabajador.

2.-Mediante un Ishikawa se definieron las causantes que podrían dar origen al rendimiento de los trabajadores en su área de trabajo.

3.- Se analizaron los resultados del Ishikawa y se obtienen conclusiones.

4.- En base a los resultados se aplican 3 test relacionados con ergonomía ocupacional junto con los resultados que nos arrojó nuestra herramienta Ishikawa (mano de obra y ambiente).

5.- Análisis de resultados de los test.

6.- Recolección de datos (a operadores) para la medición de frecuencia cardiaca.

7.- Ingresar datos obtenidos de la recolección a la herramienta estadística Minitab.

8.- Se realizo un análisis de regresión lineal con una herramienta estadística (Minitab)

9.- Se realizo un análisis de los resultados y las variables obtenidas en los test, análisis de regresión lineal y su correlación.

**Resultados.**

Resultados de Ishikawa

Los dos factores que se detectaron y son las causantes del rendimiento de los trabajadores son mano de obra y ambiente laboral.

Tabla 1. Resultados de cuestionario de estrés laboral.

Variables		Media aritmética ponderada
Estrés laboral	Sobre carga laboral	4.33
	Dificultad intrapersonal	3.22
	Falta de justicia organizacional	3.77
Bienestar Psicológico	No tuvo impacto	0
Satisfacción laboral	Espacio del lugar de trabajo	3.55

Fuente: elaboración propia

Estos resultados fueron arrojados de un test que consta de 32 preguntas en las cuales se evalúan situación en las cuales pueden resultar estresantes al trabajador.

Como se observa en la tabla 1, el estresor que más afecta a los trabajadores es la sobre carga de trabajo seguido de justicia laboral, Espacio de trabajo y dificultad interpersonal. De la misma tabla podemos ver que dentro bienestar psicológico el que tiene la ponderación más baja es vínculo con 0 en satisfacción laboral, Temperatura, y lo referente a supervisión y frecuencia para ser supervisado.

Variables	Factores para evaluar que producen satisfacción/insatisfacción	Empleado	Supervisor
		Media aritmética	Media aritmética
Estrés laboral	2	5.83	5.66
Bienestar psicológico	2	5.83	5.66
Satisfacción laboral	8	16.83	2.33
	10	5.83	2.66

Fuente: Propia.

La tabla anterior nos muestra los resultados que se obtuvieron al evaluar distintos aspectos del trabajo los cuales producen satisfacción o insatisfacción en algún grado. Podemos observar las 3 variables en estudio analizándolas según la ocupación del trabajador. Con referente a la variable estrés laboral, notamos que ambos grupos empleados y supervisores tienen la misma variable con más estrés, la cual corresponde a limpieza, higiene y salubridad de su lugar

de trabajo. Por último, observando la variable satisfacción laboral, vemos que los empleados tienen la media aritmética más alta con 16.83, en el indicador "La forma en que sus supervisores juzgan su tarea", esto nos indica que de todos los factores es el que para ellos tiene mucho peso, y les provoca mayor estrés laboral.

Figura 3. Cuestionario de satisfacción laboral Peiro J.M y Mejia J.L

Datos descriptivos	Resultados
M	87.50%
F	13.50%
Edad	Prom. 25.75
Grado de estudio	Con un 28% factor 3 y 7
Situación Laboral	Con un 71% factor 8
Tipo de horario	Con un 85% factor 5
Cantidad de horas semanales dedicadas al trabajo	Prom. 31 hrs

Fuente: Propia

La tabla anterior nos proporciona los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción laboral en los cuales se detectó que el 87.5% es personal masculino, el grado promedio de edad entre los trabajadores es 25.75 años. El grado de estudio predominante con un 28% es el factor 3 que es primaria y 7 titulación media, son grados muy extremos en cuanto situación laboral, el 71% tienen contratos fijos, en tipos de horario con un 85% turnos fijos y en cantidad de horas dedicadas a la semana son 31 horas.

Con lo obtenido en la investigación se llevó a cabo la recolección de datos de la frecuencia cardíaca en dos horarios 11 a.m. y 3 p.m. a 4 operadores que se encuentran en el área de fresado de la empresa MIYSE. Las mediciones son las siguientes (Figura 1).

Figura 1. Datos de frecuencia cardíaca obtenidos en la empresa.

Frecuencia cardiaca	74	75	74	71	76	72	76	72	71	76	71	74	71	95	90	85	87	87	81	87
Hora (Tiempo)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	15	15	15	15	15	15	15

Fuente: Propia.

Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó y realizó el método de regresión lineal simple a través del software Minitab y así mismo comprobar si hay una relación e interacción entre la frecuencia cardíaca y el tiempo en el que se desempeñan las funciones y actividades correspondientes del trabajador (Figura 2).

Figura 2. Análisis de regresión entre la frecuencia cardíaca y el tiempo.

```

Análisis de Varianza
Fuente      GL  SC  Ajust.  MC Ajust.  Valor F  Valor p
Regresión   1   246456  246456  69.22  0.000
x           1   246456  246456  69.22  0.000
Error      42  149544  3561
Falta de ajuste  18  96894  5383  2.45  0.021
Error puro  24  52650  2194
Total      43  396000

Resumen del modelo
S      R-cuad.  R-cuad.  R-cuad.
59.6704  62.24%  (ajustado)  (pred)
61.34%  58.80%

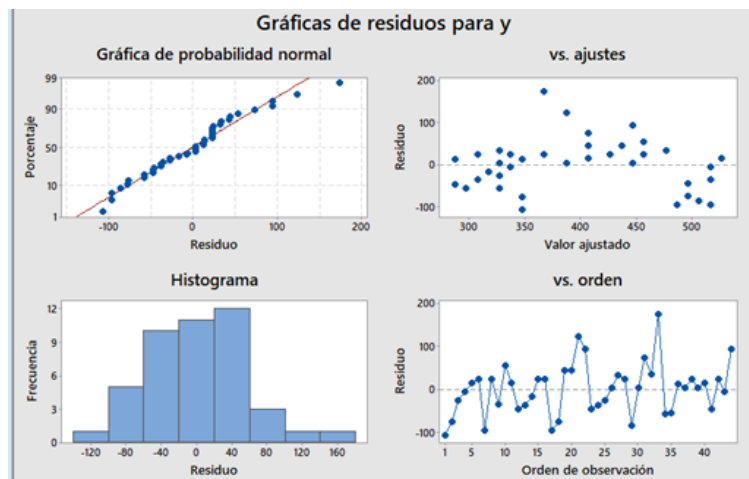
Coeficientes
Término    Coef  EE del  Valor T  Valor p  VIF
Constante -417.8  97.5   -4.28   0.000
x          9.93  1.19    8.32   0.000  1.00

Ecuación de regresión
y = -417.8 + 9.93 x
    
```

Fuente: Propia.

Esto quiere decir que si existe una relación entre nuestras dos variables que son la frecuencia cardíaca del operador y el tiempo. Y esto también se puede observar a través de la gráfica de línea ajustada donde se observa que los datos no se encuentran muy separados de la línea ajustada (Figura 3).

**Figura 3. Gráficas del análisis de variables (frecuencia cardíaca y tiempo).**



Fuente: Propia.

### Comentarios finales.

#### Resumen de resultados.

Los resultados obtenidos en los test nos arrojan, mediante las tres variables de estudio (estrés laboral, bienestar psicológico, satisfacción laboral) que existen factores o situaciones estresantes para el trabajador las cuales principalmente son sobrecarga laboral, dificultad interpersonal, falta de justicia organizacional, espacio de lugar de trabajo, limpieza, apoyo de los supervisores y la que tuvo un mayor impacto es la forma en la que el trabajador percibe que los supervisores juzgan sus tareas.

Considerando que tenemos arriba de un 85% de personal masculino dentro de la empresa con una edad promedio joven de 25 años, con niveles escolares extremos (primaria y titulación trunca) con contratos y turnos fijos y la cantidad de horas promedio dedicadas a la semana dentro de una jornada normal, podemos concluir que el factor que mas afecta a dicha población son los dos grados de estudios que presentan extremos entre los colaboradores y esto origina que se tengan diferentes objetivos y visión dentro del trabajo.

Para la parte del estudio estadística de esta investigación mediante el modelo de regresión lineal, se obtuvo que la frecuencia cardíaca se encuentra relacionada con la hora de trabajo en la cual desarrollan sus actividades y funciones de los trabajadores. Para el modelo de regresión lineal se contempló un nivel de confiabilidad del 95%, con base a ello y dado que P (value) es menor a un alfa de 0.05 rechazamos  $H_0$ , lo que determina que la hora en que los trabajadores están realizando sus actividades y funciones si está afectando de manera significativa a la frecuencia cardíaca presentada en el colaborador; Dado que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es del 62.24%, podemos hablar de un modelo con alta confiabilidad, donde sus variables tienen correlación.

Así mismo se puede decir que existe una relación fuerte entre la hora de trabajo y la frecuencia cardíaca ya que su coeficiente de correlación es de 0.7889. Con base a estos resultados se puede dar por hecho que la frecuencia cardíaca presentada en el colaborador y la hora en la se desarrolla el trabajo son factores que se encuentran o están correlacionados, teniendo un incremento y por lo tanto aumento del estrés laboral.

#### Conclusiones.

Tanto los factores de estrés laboral, satisfacción en el trabajo, bienestar psicológico nos arrojan que existen situaciones o aspectos que resultan estresantes para el trabajador, esto aunado a nuestro análisis de regresión lineal donde podemos comprobar que existe una fuerte correlación, entre la frecuencia cardíaca y los horarios de trabajo de los colaboradores.

Lo que concluye que en diversos horarios de su jornada laboral el colaborador tiene un aumento significativo de estrés, estando presentes factores que desencadenan, dicha situación.

#### Recomendaciones.

Dado que los resultados, así como su análisis arrojaron que si existe correlación entre los datos se pueden tener en cuenta las siguientes recomendaciones en base al problema presentado:

- Realizar la rotación de puestos de trabajo, para eliminar fatiga por actividades repetitivas.
- Diseñar un lugar de trabajo ergonómico.
- Realizar investigaciones sobre los otros posibles factores que provocan la variación de la frecuencia cardiaca.
- Aplicar las de técnicas que determinen el tiempo de una tarea definida por un trabajador calificado al llevar a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.
- Capacitación y seguimiento del proceso de producción, para evitar que los operadores realicen la operación de diferente manera, y estas sean realizadas de manera inadecuada.
- Contar con maquinaria que no requiera un esfuerzo mayor al que es necesario.
- Realizar los debidos mantenimientos correctivo y preventivo para que la maquina trabaje adecuadamente

### Referencias

- Ahmed SM, H. P. (2016). *Psychosocial influences on health*.  
Adeva, R. (28 de Mayo de 2015). *Smart Life*. Obtenido de  
[https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/05/28/gadgets/1432819635\\_980902.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/05/28/gadgets/1432819635_980902.html)  
Gary, A. T. (2007). *Anatomía y fisiología*. Madrid: Elsevier.  
Prados, J. (2008). *Ansiedad Generalizada*. Síntesis.

### Notas Biográficas

**M. C. A. María Aurelia Lugo Cázares** es profesor de tiempo completo en el departamento de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México; posee el grado de Maestría en Ciencias Administrativas. 10 años de experiencia en la industria (logística, exportación e importación) sector logístico y transportes. Se desempeña en las áreas de Educación e Ingeniería Industrial.

**M.C. Moisés Tapia Esquivias** tiene los grados de Ing. Industrial en producción y maestría en ciencias en sistemas y calidad. Cuenta con el reconocimiento de perfil deseable y es miembro de cuerpo académico "Optimización de proceso de manufactura y servicios" Es miembro numerario de la academia nacional de ingeniera industrial. Las líneas de investigación que cultiva son: "Diseño y mejora de procesos y producto" y "Estadística industrial aplicada".

**Gabriel Almanza Castillo** estudiante del Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México; especializado en la carrera de Ingeniería Industrial con módulo de especialidad en Calidad.

**Leonardo Álvarez Ramírez** estudiante del Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México; especializado en la carrera de Ingeniería Industrial con módulo de especialidad en Calidad.

**Ángel Arévalo Díaz** estudiante del Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México; especializado en la carrera de Ingeniería Industrial con módulo de especialidad en Manufactura.

**María Fernanda Rubio Márquez** estudiante del Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México; especializado en la carrera de Ingeniería Industrial con módulo de especialidad en Calidad.

**Magdalena Torres Morales** estudiante del Tecnológico Nacional de México en la ciudad de Celaya, Guanajuato, México; especializado en la carrera de Ingeniería Industrial con módulo de especialidad en Calidad.

### APENDICE

Cuestionario utilizado en la investigación

#### Apéndice 1

- ¿Para qué sirve la ergonomía ocupacional?
- ¿Qué es el estrés?
- ¿Qué es el estrés laboral?
- ¿Cómo afecta el estrés laboral al individuo?
- ¿Qué aspectos implica la eficiencia laboral?
- ¿Existen en el mercado pulseras que controlen el estrés?
- ¿Cuál es su método para hacerlo?
- ¿El estrés es uno de los factores que afectan la frecuencia cardiaca?
- ¿Medir la frecuencia cardiaca tiene algún propósito? ¿Cuál es?
- ¿Existe correlación entre la jornada laboral y la FC?

#### Apéndice 2

Dos cuestionarios de estrés laboral

#### Apéndice 3

Cuestionario de satisfacción laboral Peiro J.M y Melia J.L

# Aplicación de cámaras de visión inteligente en pruebas de calidad

Faustino Adrián Álvarez Rodríguez<sup>1</sup>, Luis Fernando Niño Luna<sup>2</sup>

**Resumen** — El presente artículo demuestra la importancia de las cámaras de visión artificial en la creciente industria 4.0, se busca simular inspecciones de calidad mediante un sistema de visión artificial y transmitir los conocimientos a aspirantes de ingeniería por medio de prácticas de laboratorio para prepararlos a condiciones similares que enfrentarán en el ambiente laboral, así mismo se realiza el diseño y construcción de un banco de pruebas especializado para el análisis de características cuantitativas y cualitativas de las piezas, lo que a su vez impacta en el área de calidad, al detectar los defectos más comunes en una pieza y así poder dar pie a la solución de dicho problema.

**Palabras clave** — Cámaras, Visión artificial, Calidad, Sistemas de Visión.

**Abstract** — This article presents the importance of artificial vision cameras in the growing context of industry 4.0. The research is looking to simulate quality inspections using this technology to provide competences related to undergraduate engineering students by laboratory practices in order to prepare them in similar conditions to the labor ground. While a testing station is designed and a prototype is building in order to analyze quantitative and qualitative characteristics in several pieces related to quality issues, helping to detect the most commons defects in them to solve these kinds of problems.

**Keywords** — Cameras, artificial vision, quality, vision systems.

## I. INTRODUCCIÓN

La globalización ha sido un proceso de integración mundial, el cual ha traído cambios en la política, la cultura y el comercio de bienes y servicios; al mismo tiempo exige a las nuevas generaciones obtener nuevas habilidades y capacidades para destacar en una sociedad cada vez más competitiva. Estos cambios se reflejan en la evolución del conocimiento, así como los métodos y tecnologías empleadas, entre las que destaca la visión artificial, una rama de la nueva revolución industrial denominada industria 4.0, un modelo de control de organización, producción y de la cadena de valor en los sistemas de producción, aplicado al internet de las cosas.

## II. MARCO TEÓRICO

Se define a la visión artificial como un campo de la inteligencia artificial cuya función es obtener, procesar y analizar información especial de las imágenes digitales [1]. Los objetivos de la visión artificial son generar una mayor productividad y una calidad superior en comparación a realizar tareas manuales y repetitivas, como la medición, calibración, montaje e inspección de piezas, así mismo reducir los costos de producción y la tasa de desperdicios [2].

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Irapuato., Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal.,  
[faust.alrod15@gmail.com](mailto:faust.alrod15@gmail.com)

<sup>22</sup> Universidad Politécnica de San Luis Potosí., Calle Urbano Villalón 500, La Ladrillera, 78369 San Luis, S.L.P.,  
[lfino@upslp.edu.mx](mailto:lfino@upslp.edu.mx)

El proceso de visión artificial se divide en siete etapas, las cuales se esquematizan en el diagrama de la Figura 1

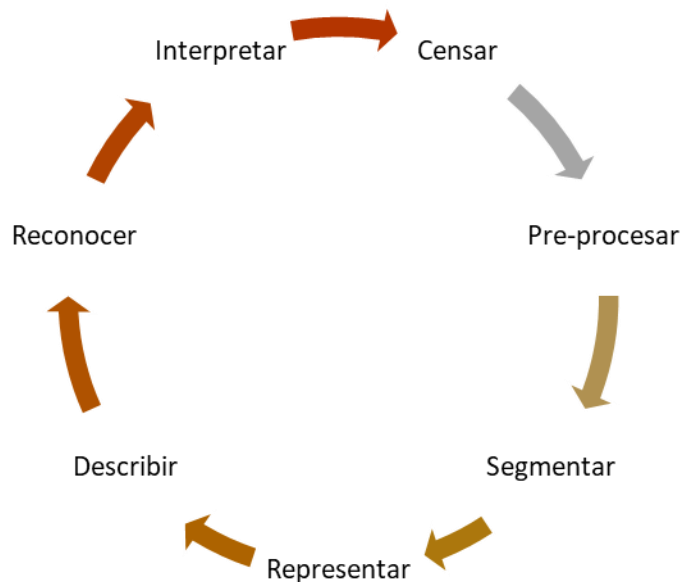


Figura 1: Pasos del proceso de visión artificial

y consisten transformar una imagen analógica en imagen digital (censar), eliminar ruido y mejorar el contraste imagen (pre-procesar), dividir la imagen en los objetos de interés (segmentar), parametrizar los objetos deseados (representar), diferenciar los objetos dentro de la imagen (describir), clasificar los objetos contenidos en la imagen (reconocer) y dar un significado a los objetos reconocidos (interpretar) [3].

Los sistemas de visión se dividen conforme al número de dimensiones que son capaces de analizar, siendo el mínimo 1D y el máximo 3D. Los sistemas en 1D analizan las imágenes, línea por línea, los sistemas 2D pueden conformarse de una o varias cámaras encargadas de ejecutar escaneos lineales o superficiales, finalmente los sistemas 3D se conforman de varias cámaras con sensores de desplazamiento láser para realizar una triangulación de posición. En este proyecto se enfocará el estudio de los sistemas de visión en 2D [2].

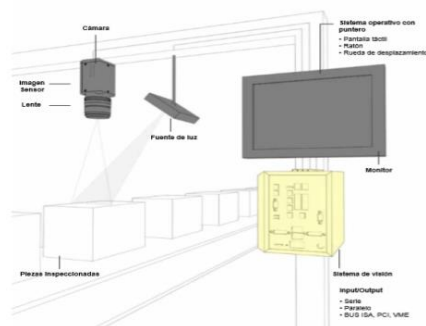


Figura 2: Ejemplo de un sistema de visión artificial.

Los sistemas de visión por computadora se componen de iluminación, un lente, una cámara, y un software para el procesamiento de las imágenes. En la Figura 2, se observa un ejemplo del sistema de visión por computadora con cada uno de los elementos anteriores.

La iluminación es el elemento más importante considerado en estos sistemas, el 80% del éxito de una aplicación de visión depende de esto [4]. Existen diversas técnicas de iluminación empleadas, de acuerdo con lo que se busque



resaltar del objeto, del mismo modo hay una variedad de sistemas de iluminación tales como: luces LED, láser, tubos fluorescentes, luces estroboscópicas, entre otros. El lente u óptica, tiene como función tomar la imagen y pasarla al sensor de la cámara, de acuerdo con la resolución y aplicación deseada se pueden elegir entre lentes estándar, de espectro UV, con filtros, etcétera [2, 4].

La cámara se encarga de capturar la imagen y transferirla a un ordenador o software, y son clasificadas conforme a su disposición en lineales (imagen línea por línea) y matriciales (área formada por matriz de píxeles) [3].

Existe un sinfín de definiciones de calidad, acorde a diversas perspectivas industriales tales como el producto, el usuario, la manufactura y el cliente. Esta última se centra en cumplir o exceder las expectativas y requisitos que el cliente da de su producto, es decir, el cliente es el juez de la calidad. Las empresas deben enfocarse en aquellos atributos que den valor agregado, ser sensible a las necesidades de los clientes y del mercado mundial, por eso se debe estar cerca del cliente, con el propósito de entender dichos deseos y anticipar necesidades no expresadas [5].

La visión artificial afecta el control de calidad, la seguridad industrial, el control de procesos, y la propia producción, elementos pertenecientes a la actual industria 4.0, conectada gracias a tecnologías como el Internet de las cosas y el Big Data, que aumentan la automatización y eficacia de los procesos [6].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para la elaboración del proyecto se describe en la Figura 3; inicia con una investigación documental de los conceptos básicos descritos en el marco teórico, después se realizó la familiarización del equipo por medio de una práctica elaborada en la universidad, posteriormente se diseñó un prototipo de la celda mediante el software de tipo CAD SOLIDWORKS, y se construyó esta de manera física, en la figura 4.a se observa la simulación realizada mientras que la figura 4.b muestra la celda finalizada. Finalmente se procedió a diseñar las prácticas de laboratorio que servirán como fuente de adquisición de información, así como la redacción de los pasos a seguir para su desarrollo.



Figura 3: Metodología seguida en el desarrollo del proyecto.

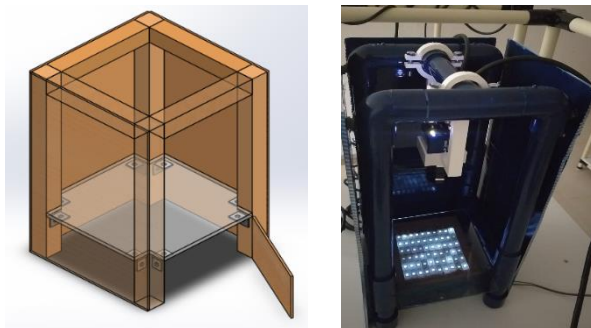


Figura 4: Celda de pruebas a. Simulación del prototipo de celda de pruebas, b. Celda física terminada.

#### IV. RESULTADOS

Se construyó una celda de pruebas para el uso de cámaras DALB-BOA-I-1280M, con tubo de PVC cédula 40, el cual es resistente a vibraciones, que afectaban el soporte donde se colocaba la cámara; otro problema era la ubicación del campo de visión de la cámara, para solucionar este problema, se decidió realizar un soporte a la medida de la cámara BOA, impreso en 3D y fijado a la parte superior de la celda, donde se alcanza el máximo campo posible de la cámara, adicional a esto, la celda cuenta con su propio sistema de iluminación conformado por una serie de tiras de luces LED y es resguardada por paredes de cartón corrugado, las cuales permiten aislar la pieza de la luz del entorno, lo que permite realizar mediciones más precisas, en comparación a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con las luz de entorno, debido a que es más fácil analizar una imagen binaria en comparación a una imagen en escala de grises.

Se realizó la propuesta de un sistema de visión industrial conjunto, que empleará una cámara SPOT y una cámara BOA para analizar las propiedades cuantitativas como y cualitativas. Las cámaras se pueden conectar a través de diversos protocolos de comunicación tales como TCP/IP, RS232 o Ethernet: para definir un proceso posterior al que pueda pasar la pieza evaluada. La principal ventaja que tendría sería acercar a los estudiantes a un ambiente industrial del área de calidad, y aportar conocimientos en el área de procesos, para corrección de errores dentro de un proceso en específico de la línea de producción.

Se diseñaron y redactaron un total de 6 prácticas de laboratorio, cuya finalidad es transmitir conocimiento básico de los sistemas de visión inteligente a los alumnos aplicarlos en diversas áreas.

1. La primera práctica permite el conteo de figuras dentro de la imagen, la cual se emplea para el conteo de agujeros que posee una pieza. Su aplicación va al campo de la industria manufacturera, en las líneas de producción de piezas que ocupan un número específicos de perforaciones para su correcto embonamiento dentro del ensamble final.
2. La segunda práctica tiene como finalidad el medir los diámetros interno y externo de las piezas, así como su espesor, cuya aplicación se puede dar en la industria automotriz para separar rodamientos que no cumplan con las respectivas especificaciones.
3. La tercera práctica distingue dos modelos de piezas producidas, a través de diferencias de contornos, para esta práctica se usaron tornillos de un kit de ensamble. Dentro de la industria de alimentos, particularmente en el área de frutas y verduras, se puede verificar el estado de una fruta, ya sea que se encuentre madura o en su defecto, este pasando por un proceso de descomposición o que haya sido magullada, lo cual afecta la forma de la fruta y se detecta por medio de su contorno [7]
4. La cuarta práctica consiste en entrenar a la cámara de tipo SPOT para distinguir los colores que se pueden apreciar en la imagen original, que es el primer paso para aplicaciones más avanzadas de las cámaras. Aquí cabe destacar que se debe programar de forma individual cada uno de los colores para hacer una reconstrucción de la imagen capturada, una aplicación de esto se aprecia en el sector alimenticio, por parte de la empresa Niverplast, encargada de diseñar sistemas de visión inteligente para el control de calidad en la producción de panes los cuales examinan el color y la cobertura de las barras de pan [8].

5. La quinta práctica emplea el entrenamiento de colores para distinguir figuras a través de esta característica cualitativa, esto beneficia a las empresas de tipo farmacéutico que producen grandes embalajes de pastillas y comprimidos, ya que permite detectar paquetes que no contengan el número correcto de pastillas [9].
6. La sexta práctica utiliza el análisis de colorimetría para identificar el color predominante de un área específica, esta técnica se usa en el sector automotriz para verificar la uniformidad de color con el que el vehículo es pintado [10].

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La visión artificial es una nueva tecnología empleada como herramienta de inspección que atiende a las necesidades de los cambios generados por la globalización. Se aprendió de forma conceptual lo que es la visión artificial, sus ventajas y el alcance que tiene en los diversos campos de la industria; además de resolver problemas de gran relevancia para la visión industrial, uno de los principales es la forma en que afecta la luz en el procesamiento de imágenes; al emplear una fuente de iluminación propia y aislar la pieza, la imagen resultante es una imagen binaria, la cual es muy sencilla de trabajar puesto que solo maneja dos valores: 0 y 255, esto permite analizar los puntos de interés en la imagen de una forma eficaz. Otro problema resuelto fue la vibración sufrida por las mesas de inspección al momento de golpearlas de manera accidental, lo que provocaba movimiento vibratorio en las mesas y marcaba errores en las mediciones; para lo cual se usó un material resistente al impacto. Por último, se tuvo que trabajar con el campo de visión máximo de la cámara, motivo por el cual se centró y colocó a una determinada altura para escanear la pieza en cualquier parte de la plataforma de la celda de pruebas.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación de España, "Visión artificial: Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales", Barcelona, 2012.
- [2] COGNEX, Introducción a la visión artificial. Una guía para la automatización de procesos y mejoras de calidad. Natick, 2016.
- [3] N. Fernández, "Tema 1.- Introducción a la visión artificial", Córdoba, España, 2016.
- [4] Infaimon, "Infaimon. Su asesor en visión artificial.", 2019.
- [5] J. Evans and W. Lindsay, "*Administración y control de la calidad*", 4ta ed. Mexico: Thomson, 2000, pp. 119-120.
- [6] INFAIMON, "¿Qué es la visión artificial y como puede mejorar tu aplicación?", 2019.
- [7] "Determinación de la calidad y la madurez de la fruta mediante imagen hiperspectral - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2014. [Online]. Available: <https://blog.infaimon.com/determinacion-de-la-calidad-y-la-madurez-de-la-fruta-mediante-imagen-hiperspectral/>.
- [8] "Inspección de panes con sistema de visión artificial - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2016. [Online]. Available: <https://blog.infaimon.com/inspeccion-de-panes-con-sistema-de-vision-artificial/>.
- [9] "Control de calidad y procesos de optimización en la industria farmacéutica - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2017. [Online]. Available: <https://blog.infaimon.com/control-calidad-procesos-optimizacion-industria-farmaceutica/>.
- [10] "Ford utiliza sistema de visión artificial para detectar defectos en la pintura de los coches. - [R]evolución artificial", [R]evolución artificial, 2016. [Online]. Available: <https://blog.infaimon.com/ford-utiliza-sistema-vision-artificial-detectar-defectos-pintura-coches>.

# Estimación de caudales y presión en el punto de fuga en una tubería recta mediante el enfoque de redes complejas.

Ing. Salvador Andrade Ordorica<sup>1</sup>, Dr. Jorge Alejandro Delgado Aguiñaga<sup>2</sup>,  
Dr. Jorge Luis Orozco Mora<sup>3</sup> y Dra. Elvia Ruiz Beltrán<sup>4</sup>

**Resumen**—Este trabajo de investigación presenta una metodología basada en redes complejas con el objetivo de aproximar la dinámica de flujo y presión en una tubería recta con una fuga. Para describir el comportamiento del flujo y presión se utilizan las ecuaciones de golpe de ariete que son un par de Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP) hiperbólicas cuasi lineales ampliamente utilizadas en hidráulica. La metodología propuesta permite representar esas EDP's como una red compleja, la cual se puede tratar como un sistema lineal. Esta metodología considera que mediciones de caudal y presión en los extremos de la tubería están disponibles. La información adquirida por los sensores es interpretada como una red compleja para estimar los flujos en los extremos de la tubería y la presión en el punto de fuga. Los resultados obtenidos muestran una buena aproximación de la dinámica de flujo y presión obtenidos mediante la red compleja y comparados con los de un modelo basado en las EDP's.

**Palabras clave**—Redes complejas, observador de estados, simulación, tuberías, fugas.

## Introducción

Los sistemas de distribución de agua potable han aumentado drásticamente debido al incremento de la población por lo que se requiere que estos sistemas sean más seguros y eficientes. La ocurrencia de una fuga es un evento no deseado ya que puede dañar las tuberías y afectar los medios que la rodean, por ejemplo; bienes materiales e incluso personas. Sí una fuga no es detectada en tiempo y forma, puede llegar a causar grandes pérdidas económicas y daños ecológicos. Una estrategia para minimizar los daños causados por fugas es mediante el diseño de sistemas de monitoreo y diagnóstico que sean capaces de interpretar mediciones de flujo y/o presión y que junto con un modelo basado en ecuaciones diferenciales parciales (EDP) (A Lizárraga-Raygoza, Delgado-Aguiñaga, & Begovich, 2018) pueda estimar los parámetros de fuga.

La metodología desarrollada por (Moreno & Begovich, 2010), para la detección y aislamiento de fugas LDI (por sus siglas en inglés Leak Detection and Isolation) permite aislar dos fugas no concurrentes en tuberías de agua mediante la medición de flujo y presión de entrada y de salida, sin embargo, la detección de fugas con precisión se ha convertido en un gran reto. Por otro lado, en (Carrero, Santiago, Mecías, & Beltrán, 2018) se propone un algoritmo para la detección y localización automática de rupturas súbitas (fugas) en los sistemas de distribución de agua mediante la corrección wavelet. Existe otra metodología para la detección de fugas (Lee, 2005), que utiliza la respuesta en frecuencia de la tubería a través de una resonancia inversa comparando las respuestas de frecuencia modelada con las observadas para determinar la región de la fuga.

Por otro lado, debido a la complejidad de representar sistemas con una gran cantidad de variables interactuando entre sí (incluso miles), se han propuesto metodologías para representar estos sistemas desde el enfoque de *redes complejas* (basada en teoría de grafos), como: sistemas de información (redes sociales, redes de internet), redes de distribución (energía eléctrica, suministro de agua, de transporte), sistemas biológicos (el cerebro humano, cadenas de la naturaleza (Barabási, 2016), por citar algunos ejemplos. Los sistemas reales de tuberías se vuelven muy difíciles de modelar con ecuaciones diferenciales tradicionales al contener derivaciones y cambios de diámetro y una gran cantidad de elementos interactuando, por lo que el enfoque de redes complejas se convierte en una excelente alternativa para afrontar este problema.

La red compleja es un grafo que se compone de “nodos” y “links”. Los nodos representan las variables que

<sup>1</sup> Ing. Salvador Andrade Ordorica, becario CONACyT con número 893496, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Aguascalientes, México  
[salvador.andrade161094@gmail.com](mailto:salvador.andrade161094@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Jorge Alejandro Delgado Aguiñaga, Universidad del Valle de México, CIIDETEC-UVM Campus Guadalajara Sur, Guadalajara, Jalisco, México [jorge.delgado@uvmnet.edu](mailto:jorge.delgado@uvmnet.edu)

<sup>3</sup> Dr. Jorge Luis Orozco Mora, Departamento de Eléctrica-Electrónica, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México [jorge.om@aguascalientes.tecnm.mx](mailto:jorge.om@aguascalientes.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Dra. Elvia Ruiz Beltrán, Departamento de Sistemas y Computación, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México [ruiz@aguascalientes.tecnm.mx](mailto:ruiz@aguascalientes.tecnm.mx)

componen las ecuaciones diferenciales y los links representan el grado de interacción entre los nodos, teniendo un valor de interacción llamado *peso*. El peso de los nodos puede ser dirigido o no dirigido dependiendo de la interpretación del link. Una red dirigida es donde un nodo afecta a otro en una dirección y en una red no dirigida, cada link es afectado en ambas direcciones. Las interacciones entre los nodos se representan mediante una matriz de adyacencia a partir de la cual se analizan propiedades de la red. Las redes se pueden clasificar como: escala libre “Scale Free” y redes aleatorias “Random Networks” o “Erdős-Rényi” de acuerdo con (Barabási, 2016).

En este artículo se propone una metodología para modelar la dinámica de flujo y presión en una tubería recta sin derivaciones y utilizando redes complejas, tomando como punto de comparación las EDP's (Delgado-Aguiñaga, 2016). El motivo de utilizar redes complejas es porque permite una mejor caracterización de todas las variables en sistemas complejos. Para demostrar la eficiencia de la metodología propuesta se presentan resultados utilizando los datos de un prototipo de tuberías construido en el CINVESTAV unidad Guadalajara en un ambiente de simulación. Las experimentaciones muestran buenas aproximaciones de la dinámica de flujo y presión.

## Desarrollo

### Descripción del modelo tradicional

Se considera para el modelado un tramo de tubería recta sin derivaciones y sin variaciones del diámetro a lo largo de su longitud. En el sistema se mide presión agua arriba y aguas abajo vía sensores y en base a la información recabada, se estima el flujo aguas arriba y aguas abajo, así como la presión de punto de fuga sin la necesidad de utilizar sensores (en el interior de la tubería). La representación esquemática de la tubería se muestra en la Figura 1.

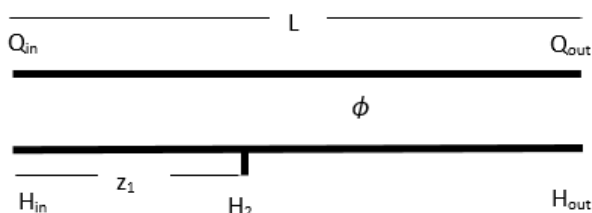


Figura 1. Representación esquemática de la tubería recta.

Donde el modelado de la dinámica de flujo y presión de fuga (nodo interior) de la tubería recta es aproximado por un modelo discretizado a partir de las EDP's, (1):

$$\begin{aligned} \dot{Q}_1 &= \frac{-g\phi}{\Delta z_1} (H_2 - H_{in}) - \mu_1 Q_1 |Q_1| \\ \dot{H}_2 &= \frac{B^2}{g\phi\Delta z_1} (Q_2 - Q_1) + \lambda\sqrt{H_2} \\ \dot{Q}_2 &= \frac{-g\phi}{L-\Delta z_1} (H_{out} - H_2) - \mu_2 Q_2 |Q_2| \end{aligned} \quad (1)$$

Donde:

$$u_1 = \frac{f(Q_1)}{2D\phi} \text{ y } u_2 = \frac{f(Q_2)}{2D\phi} \quad (2)$$

Son los coeficientes de fricción que dependen del flujo de entrada y salida, respectivamente.  $Q_1$  y  $Q_2$  es el flujo de entrada y de salida  $\frac{m^3}{s}$ ,  $H_2$  es la presión del punto de fuga (m),  $g$  es la aceleración de la gravedad en  $\frac{m}{s^2}$ ,  $z_1$  es la distancia del punto aguas arriba hasta el punto de fuga,  $\phi$  es el valor del área de la sección transversal de la tubería  $m^2$ ,  $H_{in}$  es la presión en el extremo aguas arriba,  $B$  es la velocidad de onda,  $H_{out}$  es la presión en el extremo aguas abajo,  $L$  es la longitud de la tubería en (m),  $\lambda$  es la magnitud de la fuga  $m^{5/2}/s$ ,  $D$  es el diámetro (m). A partir de las ecuaciones (1) y (2) se definen las variables auxiliares:

$$\begin{aligned}
 A_t &= \frac{-g\phi}{\Delta z_1} \\
 B_t &= \frac{B^2}{g\phi\Delta z_1} \\
 C_t &= \frac{-g\phi}{L-\Delta z_1}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Ahora se procede a describir la red compleja.

*Representación del modelo en red compleja*

Las variables del modelo (1) se pueden representar en forma de red compleja como se puede apreciar en la Figura 2. En dicha figura se ve cómo son afectados cada uno de los nodos mediante links. Aquí los nodos se representan por las etiquetas  $N_i$  con  $i = 1, \dots, 14$  y los links que unen los nodos cuyo valor de peso es diferente de cero se describen mediante (3) respectivamente. También se puede apreciar los links dirigidos y no dirigidos y cómo se afectan logrando obtener un valor de salida en los nodos  $N_6$ ,  $N_9$  y  $N_{10}$ .

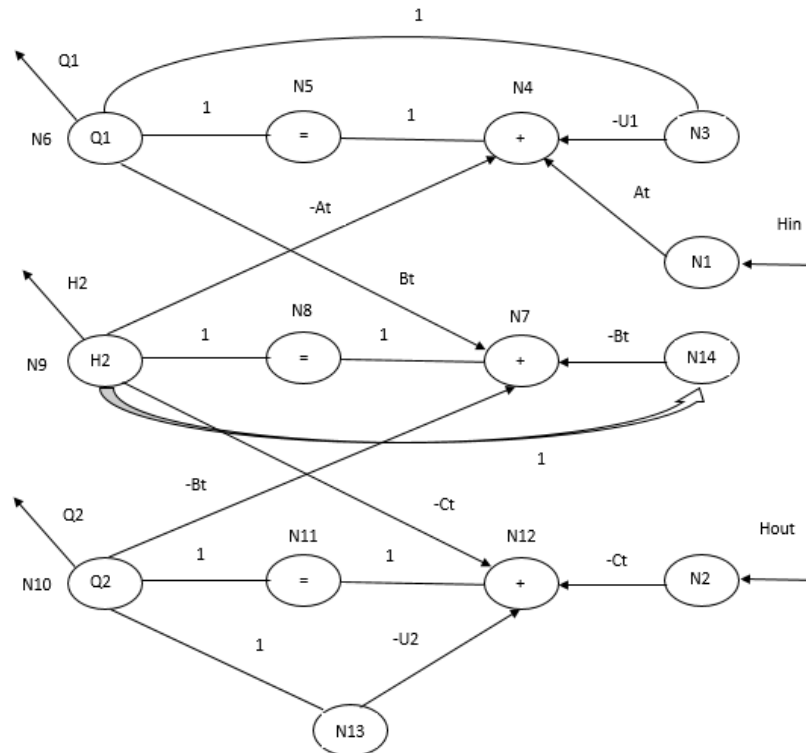


Figura 2. Red compleja de la tubería recta.

Se asume que los nodos  $N_1$  y  $N_2$  son valores de entrada de presión, las salidas en los nodos  $N_6$  y  $N_{10}$  son los flujos y el nodo  $N_9$  es la presión en el punto de fuga. Conociendo las interacciones de todos los nodos, mediante los links, se puede construir la matriz de adyacencia  $A$  (Barabási, 2015), la cual indica las interacciones que tienen los nodos. Conociendo las entradas de la red en los nodos  $N_1$  y  $N_2$  que corresponden a los valores de presión medidos en ambos extremos de la tubería se puede escribir la matriz  $B$ . Ahora definiendo las salidas  $N_6$ ,  $N_9$  y  $N_{10}$  se escribe la matriz  $C$ . Finalmente considerando las matrices ( $A, B$  y  $C$ ) previamente descritas, se puede escribir una representación en espacio de estados lineal multivariable (4), el cual puede aproximar el flujo y presión de fuga (Braschi, 2014).

$$\begin{aligned}
 \bar{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t) \\
 y(t) &= Cx(t)
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Representando la red compleja de la Figura 2 como en (4), se obtiene el sistema lineal (5).

$$A(t) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ At & 0 & -u_1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -At & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & Bt & 0 & 1 & 0 & -Bt & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -Ct & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Ct & 0 & 1 & 0 & -u_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad Bu(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad C(t) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & H_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(5)

**Resultados**

El sistema lineal (5) es inestable y no observable. Como la observabilidad se debe cumplir para poder estimar los parámetros que definen la fuga mediante algún observador de estados, se propone primeramente solucionar el problema de estabilidad con una matriz P que estabiliza el sistema lineal (5) la cual modifica la dinámica nodal agregando auto lazos en los nodos, quedando representado en espacio de estado de la siguiente manera (6):

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= (A - P)x(t) + Bu(t) \\ y(t) &= Cx(t) \end{aligned} \tag{6}$$

La matriz P es una matriz diagonal de dimensiones apropiadas con valores positivos tal que los nodos de A - P son estables. Ahora, la representación (6) es un sistema lineal estable y observable. Con este sistema se procede a diseñar un observador de estado (Ogata, 1996) para estimar  $Q_{in}$ ,  $H_2$  y  $Q_{out}$ . El sistema a observar es el de la ecuación (6) y el sistema estimado será como el de la ecuación (7).

Sistema observado u estimado:

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{x}}(t) &= (A - P)\tilde{x}(t) + Bu(t) + L[y - \tilde{y}] \\ \tilde{y}(t) &= Cx(t) \end{aligned} \tag{7}$$

Donde  $\tilde{x}$  es el vector de estados observado u estimado,  $\tilde{y}$  la salida estimada, L es el vector de ganancias que permite la observación de los estados de rango  $1 \times n$ , siendo la ubicación de los polos (8).

$$[-40, -20, -30, -40, -30, -30, -50, -20, -20, -26, -12, -13, -14, -14]. \tag{8}$$

El comportamiento de los flujos en la tubería tanto en el extremo aguas arriba como en el extremo aguas abajo se muestran en la Figura 3 donde se observa la simulación del prototipo del Cinvestav Guadalajara mostrada por (Delgado-Aguiñaga, 2016). La Figura 4 muestra el comportamiento del modelo lineal de la red compleja simulado en el ambiente de MATLAB, es decir, el sistema ((A - P), B, C) para la estimación de flujos mediante la utilización de redes complejas.

La Figura 5 muestra una comparación entre los datos del modelo simulado y los resultados obtenidos con el observador de estados, se aprecia una buena aproximación de flujos y presión mediante la teoría de redes complejas.

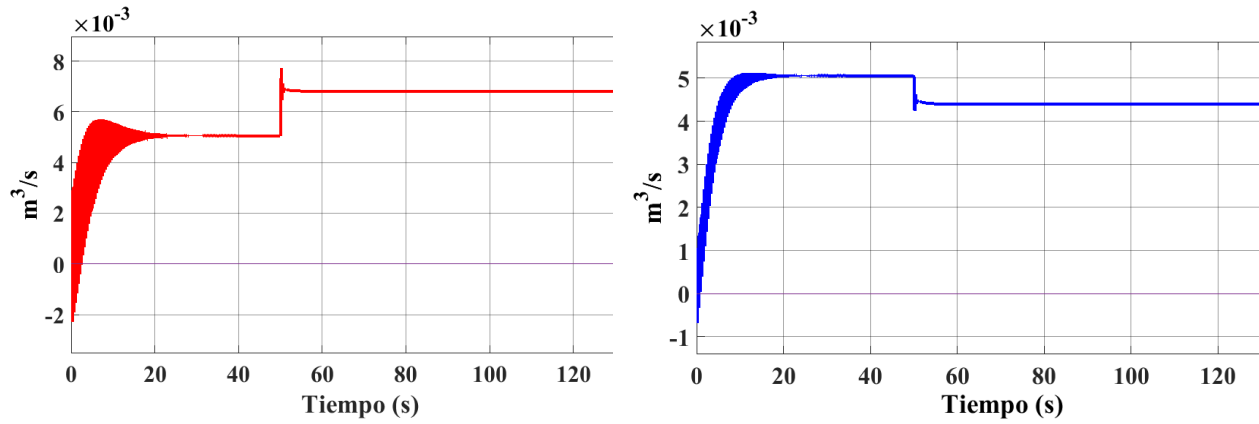


Figura 3. Flujo aguas arriba y aguas abajo, simulación basada en las EDP's.

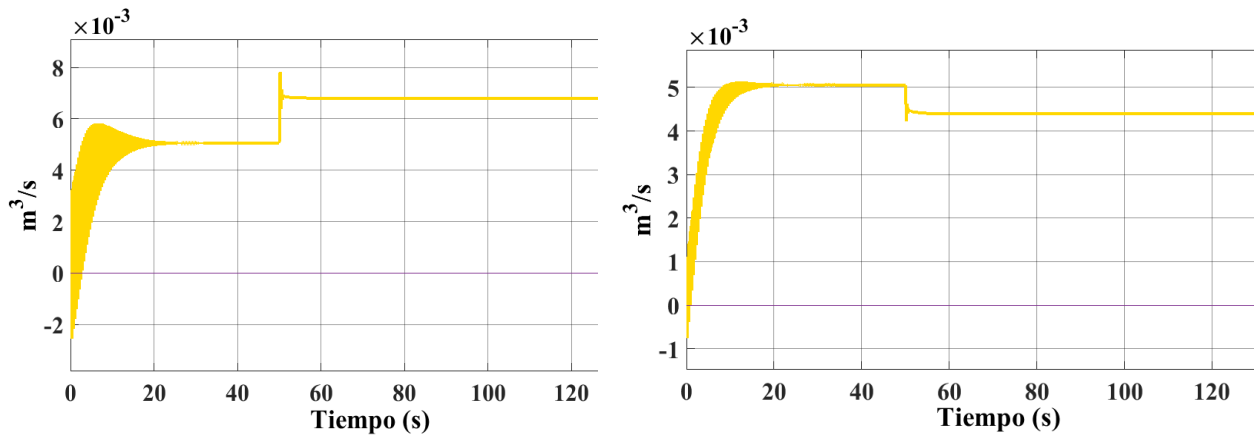


Figura 4. Flujo aguas arriba y aguas abajo con enfoque de redes complejas.

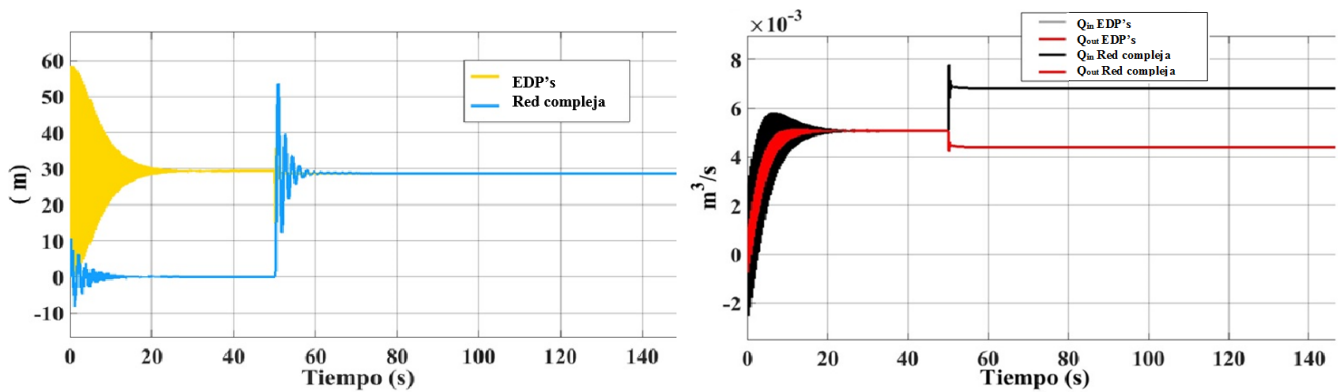


Figura 5. Comparación de presión de fuga y flujos estimados.

### Resumen de resultados

Las estimaciones de flujos y presión de fuga mediante el uso de redes complejas permiten obtener una buena aproximación lineal mediante la representación (7). Esta aproximación se puede verificar observando los resultados de las gráficas las cuales presentan un error muy pequeño de 0.001 considerando que las presiones de la tubería son nominales, sin embargo, si la presión aguas abajo disminuye el error aumenta.



## Conclusiones

Se puede decir que el uso de las redes complejas puede ser utilizado para modelar aquellos sistemas en los cuales exista gran número de variables y debido a su complejidad sean difíciles de representar mediante métodos tradicionales. La comparación de la simulación con datos de la tubería del Cinvestav con la representación del modelo mediante redes complejas evidencia la efectividad de la metodología basada en redes complejas para la estimación de flujos y presión de fuga mostrando un error mínimo respecto a la esperada.

## Recomendaciones

Como trabajo futuro, se pretende proponer una red compleja para identificar la posición de la fuga, de igual manera minimizar el error entre la simulación y el comportamiento esperado en las variaciones de presión, también se considerará un sistema de tubería real con derivaciones y variaciones de diámetro lo cual se vuelve un gran reto por su complejidad.

## Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes y al CIIDETEC-UVM por el apoyo continuo de sus docentes en el desarrollo de este trabajo. El primer autor agradece particularmente al CONACyT por el otorgamiento de la beca nacional con el número 893496, y a los Drs. Jorge Alejandro Delgado Aguiñaga, Jorge Luis Orozco Mora y Elvia Ruíz Beltrán por sus contribuciones fructíferas que permitieron llevar a cabo este trabajo.

## Referencias

- A Lizárraga-Raygoza, Delgado-Aguiñaga, J., & Begovich, O. (2018). Steady state algorithm for leak diagnosis in water pipeline systems. *ScienceDirect IFAC Papers Online 51-13 (2018) 402–407*, 1-6.
- Barabási, a.-l. (2015). *NETWORK SCIENCE*. Obtenido de <http://networksciencebook.com/chapter/2#matrix>
- Barabási, A.-L. (2016). *Network Science by Albert-László Barabási [En línea]*. 2019, de <http://networksciencebook.com/chapter/10#introduction10>
- Braschi, E. A. (2014). *Enfoque práctico del control moderno*. Lima: YoPublico.
- Carrero, E. T., Santiago, D. V., Mecías, A. L., & Beltrán, J. R. (2018). Detección y Localización de Ruptura Súbita mediante Transformada Wavelet Discreta y Correlación Cruzada. *Revista Iberoamericana de Automática e informática industrial*, 6.
- Delgado-Aguiñaga, J. B. (2016). Multi-leak diagnosis in pipelines based on Extended Kalman Filter. *Control Engineering Practice*, págs. , Volume 49, pp. 139-148.
- László Barabási, A., & Liu, Y.-Y. (2016). Control Principles of Complex Networks. *Review Modern of Physics*, 88-58.
- Lee, P. J. (2005). Frequency Domain Analysis for Detecting Pipeline Leaks. 9.
- Moreno, P., & Begovich. (2010). Isolation of two non-concurrent Leaks in Water Pipelines. *7th conference on electrical Engineering* (pág. 6). Tuxtla Gutierrez Chiapas Mexico: Computing Science and Automatic Control (CCE 2010).
- Ogata, K. (1996). *Sistemas de control en tiempo discreto*. Edo de México : Prentice Hall.

# PRINCIPALES FACTORES DE PERMANENCIA Y DESARROLLO EN LAS PYMES DE ANGOSTURA, SINALOA

Adán Andrade Padilla<sup>1</sup>, Dra. Imelda Zayas Barreras<sup>2</sup>, Sandi Aideé Román Verdugo<sup>3</sup>, María Fernanda Mascareño Beltrán<sup>4</sup> y Beatriz Adriana Castro Castro<sup>5</sup>

**Resumen— Dentro del municipio de Angostura, Sinaloa; su principal fuente de ingresos son el comercio y el servicio, para ello año con año se puede observar empresas intentando permanecer dentro de un mercado, existen ciertos factores que influyen en la permanencia y desarrollo de las pymes, lo importante son las formas de dirigir la empresa, si cuenta con tecnologías, la calidad con la que operan, la productividad y el nivel educativo del empresario y los trabajadores que laboran dentro de la misma.**

**El objetivo es determinar si las empresas de Angostura conocen acerca de dichos factores y qué hacen para poder resolver problemáticas. Cabe mencionar que algunas empresas no promueven una correcta administración y el nivel educativo de los empleados promedio es de preparatoria lo cual afecta el rendimiento de la empresa y su administración es baja para generar un mayor desarrollo competitivo en el mercado empresarial.**

**Palabras clave: Dirección Empresarial, Tecnología, Calidad, Capacitación.**

## Introducción

El municipio de Angostura cuenta con diversas actividades económicas; sin embargo, una de las más fuertes que se tiene presente es la del comercio y servicio. Año con año nuevas empresas intentan mantenerse dentro del mercado más sin embargo muchas no lo logran. Los años más difíciles para emprendimiento de la empresa son del año 0 al 5, debido a que es el tiempo donde atraviesa la adaptación en el mercado. Este fenómeno puede ser causado por diversos factores que impiden que la empresa permanezca y/o sobresalgan entre las demás. Los factores que repercuten en la permanencia de una empresa pueden ser; la manera de dirección de la empresa, el uso de tecnologías para aumentar el rendimiento, gestión de la calidad, productividad y el nivel de educación de empresarios. Es importante tener en cuenta dichos factores con el fin de mejorar la competitividad en el mercado y por supuesto sobresalir.

## Dirección de la empresa

Dentro de una empresa es fundamental llevar a cabo una dirección correcta en la cual se impliquen una manera de toma de decisiones dirigiéndola de acuerdo a estrategias planificadas, consiguiendo los objetivos de la misma, tal como lo deduce Van Kirk y Noonan (1982) en Rocca Espinoza, García Pérez y Durendez Gómez (2016) “hay un consenso en que hay cinco pasos principales: fijación de objetivos, análisis de la situación, consideración de alternativas, implementación y evaluación. Adicionalmente, el proceso de la planificación debe ser rápido y flexible para reaccionar ante las amenazas y las oportunidades, reducir la incertidumbre, y ser un dispositivo de integración organizacional y un mecanismo de control”. Una adecuada dirección de la empresa ayudará conseguir los objetivos de la misma, debido a que esto fomentará la planificación, organización y control dentro de la misma. Además, la dirección permitirá tener un mecanismo de flexibilidad y adaptación en situaciones.

<sup>1</sup>Adán Andrade Padilla: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. [170070048@upve.edu.mx](mailto:170070048@upve.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dra. Imelda Zayas Barreras: Profesor de Administración en la Universidad Politécnica del Valle del Évora, Angostura, Sinaloa, México. [Imelda.zayas@upve.edu.mx](mailto:Imelda.zayas@upve.edu.mx)

<sup>3</sup> Sandi Aideé Román Verdugo: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. [170070049@upve.edu.mx](mailto:170070049@upve.edu.mx)

<sup>4</sup> María Fernanda Mascareño Beltrán: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. [170070065@upve.edu.mx](mailto:170070065@upve.edu.mx)

<sup>5</sup> Beatriz Adriana Castro Castro: Estudiante de la Lic. Administración y Gestión de Pequeñas y Medianas Empresas en la Universidad Politécnica del Valle del Évora. Angostura, Sinaloa, México. [170070046@upve.edu.mx](mailto:170070046@upve.edu.mx)

Para llevar a cabo un desarrollo empresarial adecuado en una empresa, es necesario tomar en cuenta la organización de todas las actividades que se efectúan dentro de la misma. Es necesario tomar en cuenta la cultura empresarial, liderazgo adecuado, y estar en continua innovación y capacitación, tal como lo menciona Delfín Pozos, Acosta Márquez, (2016) “El desarrollo empresarial articula diferentes elementos con los que el empresario puede llevar a una organización hacia el logro de sus objetivos. Elementos como crecimiento económico, cultura empresarial, liderazgo, gestión del conocimiento e innovación”. Es importante que el empresario tenga espíritu emprendedor, intentando mejorar las actividades y procesos que se realizan tomando como guía una buena organización, innovación y capacitación.

### **La tecnología y el rendimiento**

El uso de las tecnologías dentro de la empresa además de mejorar el desempeño y rendimiento en todos sus procesos, permite estar a la vanguardia en cuanto a tecnología por ende más adecuados para las necesidades de la sociedad y formando una empresa más competitiva, tal como lo menciona Rocca Espinoza et. al. (2016) “Las empresas orientadas a la tecnología tienen más probabilidades de tener éxito en la innovación y alcanzar un mayor rendimiento, que supere el de sus competidores en condiciones desfavorables de apropiabilidad de la industria (grado en que las empresas pueden apropiarse de los beneficios de sus innovaciones)”. Estas innovaciones permiten a la empresa destacar y mejorar la eficiencia dentro de la misma, además de auxiliar como estrategias de competencia.

Los avances tecnológicos dentro de una empresa, dependerá según sea su giro; sin embargo, en algunas éstos son necesarios, porque las tecnologías son herramientas que facilitan o mejoran los procesos, en algunas ocasiones funcionan como herramientas intelectuales que favorecen en la calidad de las actividades que se realizan como lo expresa Núñez de Schilling, (2011) “Está dirigida a lograr fines prácticos e incluye manifestaciones físicas como las máquinas y herramientas, pero también técnicas intelectuales y procesos utilizados para resolver problemas y obtener resultados deseados”. La utilización de tecnologías está muy relacionada con la innovación, pues el uso de esta fomenta el crecimiento y mejoramiento en sus procesos, permitiendo a una empresa estar a la vanguardia con ayuda de herramientas y máquinas.

### **Gestión de calidad**

La gestión de calidad consiste en que la empresa realice sus actividades en base en ciertos parámetros, los cuales determinarán la calidad de sus productos o servicios como lo expresa Rocca Espinoza et. Al. (2016) “Concretamente, la gestión de la calidad permite a una empresa utilizar los recursos de una forma más eficiente para mejorar su posición en el mercado”. Este tipo de factor permite que la empresa sea reconocida ante las competencias en base a los distintos parámetros que determinan la calidad de sus productos y procesos, lo que permite a una empresa certificada con calidad obtener grandes beneficios como es la preferencia de los consumidores, que lleva consigo un mayor nivel de competitividad en el mercado.

Dentro de la empresa, el empresario tiene la tarea de estar en continuo mejoramiento tomando en cuenta la calidad. La calidad implica para todos los procesos, pues esta se debe establecer en el área de recursos humanos, la calidad de productos y servicios, mejorar las capacidades internas en base con los materiales tecnológicos como lo menciona Lima Delgado, Colmenárez Lima, (2014) “Los empresarios pueden recurrir a diversas opciones: implantar procesos de innovación, invertir en el recurso humano, mejorar las capacidades internas en materia de tecnología, establecer alianzas, reducir costos operativos, mejorar la calidad de los productos y servicios, entre otros”. La calidad es definida por los clientes, pues dependiendo en como sea el servicio y la atención será el impacto en los consumidores. Es importante reconocer las problemáticas que impiden la calidad para tomar acción y establecer estrategias de mejora continua para lograr los índices de calidad requeridos.

### **Productividad**

La productividad es el factor que permite a los empresarios conocer su desempeño como empresa dentro del comercio, pues de esta dependen muchos detalles en cuanto a la gestión de los procesos y productos que se realizan, su iniciativa dependerá de la productividad según quiera alcanzar como lo expone Islam, Khan, Obaidullah & Alam, (2011) en Rocca Espinoza et. Al. (2016) “diversos estudios muestran múltiples factores del empresario que afectan el éxito empresarial de las empresas. En primer lugar, se encuentra la atención sobre sus productos o servicios, involucrados y dispuestos a continuar con el negocio, y si el empresario tiene claro su mercado y pone atención a los detalles del mismo”. El empresario debe tener muy en cuenta los alcances que quiere obtener de acuerdo a la

productividad que se realiza, es decir si este pone atención en los detalles importantes como la eficiencia y eficacia, así como la utilización de las tecnologías y la innovación en toda su magnitud planteada en los procesos y productos realizados al interior de la organización.

Para llevar a cabo la productividad de una manera óptima y adecuada, es necesario tomar en cuenta la calidad en todos los procesos, desde que se inicia la creación de un proceso o servicio hasta que finaliza como es la atención al cliente, tal como lo afirma Lima Delgado, Colmenárez Lima, (2014) “La calidad y la productividad son términos que deben estar articulados en el proceso de gestión empresarial. Alcanzar una mayor productividad generalmente implica implantar programas de calidad en los cuales se considere la satisfacción de los requerimientos de los clientes”. La calidad dentro de la productividad es necesaria para establecer parámetros en cuanto a lo que los consumidores desean. Es importante identificar las necesidades del segmento del mercado al cual va dirigido los productos, ya que la productividad debe ser acondicionada según los requerimientos reales de los consumidores.

### **Nivel educativo del empresario**

El nivel educativo en muchas ocasiones juega un papel de respuesta ante problemas que surjan, además de conocer una manera en la que el empresario pueda razonar como menciona Tangkittipaporn, (2010) en Rocca Espinoza et. Al. (2016) “El nivel educativo tiene un papel importante con respecto a la capacidad de conocimiento empresarial, y la habilidad para acceder y ajustar a los recursos externos y formar la base de un razonamiento analítico o la respuesta racional a los problemas”. El factor orientado a la educación en el desarrollo empresarial definirá la capacidad y habilidad para ajustar la empresa acorde a un buen funcionamiento relacionado a la solución de problemas en sus procesos.

Una empresa dirigida con un nivel de estudio elevado, tendrá mayor ventaja competitiva y capacidad de respuesta e innovación ante las situaciones. Este factor influye a la empresa adaptarse con facilidad en cambios que son relacionados con la globalización como lo señala Delfín Pozos y Acosta Márquez, (2016) “En la actualidad, el futuro de las empresas depende de su capacidad de respuesta e innovación, por lo que el capital humano representa una ventaja competitiva sustentable. El avance de las empresas en la globalización implica un proceso de modificación constante en su actividad, tanto en lo que respecta a su gestión como en la generación de nuevas ideas”. Es importante que el que dirige una empresa tenga un nivel de estudio elevado, ya que permitirá adaptarse y estar preparado en cualquier situación de cambio, lo cual ayudara a la competitividad dentro de su comercio.

### **Metodología**

Las unidades de análisis definidas para el presente trabajo de investigación, serán los empleados y propietarios de las distintas empresas ubicadas en el municipio de Angostura, Sinaloa; utilizado el método de investigación de carácter cualitativo bajo un muestreo no probabilístico, debido a que se realizaron 27 entrevistas estructuradas para los diversos sectores que existen en la zona como empresas agrícolas, comercio, restaurantes de comida rápida, empresas de servicios, entre otras. Utilizando así la técnica de bola de nieve en la cual consiste en pedir sugerencias a los entrevistados de más sujetos de estudios para obtener información hasta llegar a su repetición de la información.

### **Resultados**

Dentro de Angostura, Sinaloa; existen diversas microempresas en funcionamiento, algunas de las cuales fueron entrevistadas. La entrevista iba encaminada a determinar los factores que repercuten en permanencia de las PyMEs en el mercado y que hacen las empresas para permanecer con sus puertas abiertas ofreciendo sus productos o servicios a los consumidores.

Al culminar las entrevistas se pudo conocer que la mayoría de las empresas conocían acerca de la filosofía empresarial y contaban con ello, mientras que el resto de las empresas que no cuentan con ello suele ser por falta de conocimiento en este ámbito, o simplemente no tener sus objetivos bien plasmados. También se encontró que la mayoría de las empresas entrevistadas si capacita a su personal ya sea por algún especialista interno o externo, esto se hace cuando en la empresa se integra algo nuevo como aparatos tecnológicos o se implementa una técnica nueva de trabajo. Aquellas empresas que nunca ha realizado cambios o nunca ha mejorado las maneras de trabajo de su personal por lo general han demostrado tener problemas en cuestión de organización y rendimiento en las actividades.

El 80% de las empresas entrevistadas si cuenta con aparatos tecnológicos para beneficio del negocio por los menos con una computadora donde se plasma el inventario y las entradas y salidas de la empresa con ayuda de un punto de ventas. Las empresas que no cuentan con aparatos tecnológicos por lo general le es más difícil representar las ganancias y/o pérdidas, por lo que no se dan cuenta cuando se tiene que hacer algo diferente para salir del problema. Cabe mencionar que casi la mitad de las empresas entrevistadas no realizan publicidad ni dan a conocer sus productos. Si la empresa no da a conocer sus productos ni se da a conocer puede que tarde mucho tiempo en que los consumidores se enteren de que la empresa existe, como en muchas ocasiones, personas necesitan buscar el mismo producto o servicio en algún otro lugar fuera de la región.

Por otro lado, en cuestión de certificación de calidad casi en su totalidad no cuenta con certificación de calidad solamente el Banco Azteca cuenta con ello, talvez por su ignorancia de pensar que no es necesario implementar la calidad en una empresa pequeña. En realidad, este tipo de certificaciones impulsará a que la empresa solucione problemas de calidad y disminuya sus errores, los cuales permitirá que la empresa destaque y tenga más oportunidad en el mercado. Sin embargo, el 90% de las empresas si conocen aquellos factores como problemas dentro de todos sus procesos que impiden la calidad dentro de la empresa. En ocasiones las empresas si identifican las problemáticas; sin embargo, no conocen la mejor manera de cómo solucionarlos.

Ante cualquier problemática o cambio que surge dentro de la empresa, solo la mitad de las entrevistadas es asesorada por un especialista. Las empresas que si acuden por recomendaciones de algún especialista es aquella que tiene en mente crecer y sobresalir de las demás, incluso son estas las que han permanecido en el mercado con mayor facilidad. A pesar de muchas de las empresas no realizan la capacitación ni acuden por apoyo, en su totalidad mencionan que la capacitación si es de importancia para el buen funcionamiento de la empresa.

Con respecto a la educación de los empleados dentro de la empresa el rango de educación está entre preparatoria y la minoría de universidad. Las empresas no consideran necesario contar con un especialista debido a los altos costos de que este tendría. Aquellas empresas que si cuentan con estos especialistas por lo general son empresas más innovadoras y flexibles.

### Conclusión

Las empresas del municipio de Angostura, Sinaloa; suelen ser poco creativas al momento de buscar una manera de permanecer dentro del mercado, pues optan por tomar las ideas de los demás negocios y al final llegan a mismo punto que es la decadencia. La mayoría de estas empresas no tienen un direccionamiento o guía de pasos a seguir para el desarrollo de la empresa, solamente creen saber lo que se necesita para sobrevivir. Lo más importante para mantenerse en el mercado no solo es contar con las filosofías necesarias, sino llevarlas a la práctica para obtener mejores resultados cada vez y lograr una buena competitividad; de lo contrario cambiar las técnicas y siempre innovar y encontrar nuevas estrategias para hacer la diferencia dentro del mercado.

Es importante que las tengan en consideración trabajar con parámetros de calidad y responsabilidad social empresarial, que les permita un desarrollo continuo por la aceptación de los clientes, buscando siempre tener una visión de crecimiento y no estancarse en solo pensar a ver si hay ventas el día de hoy, sino crear estrategias de mercadotecnia, de innovación, implementación de nuevas tecnologías, capacitación constante y otros factores de igual importancia que pueden ofrecer la permanencia de una empresa dentro del mercado y con niveles de competitividad aceptables.

### Bibliografía

- Rocca Espinoza, E., & García Pérez L. D., & Duréndez Gómez-G. A., (2016). Factores determinantes del éxito competitivo en la mipyme: un estudio empírico en empresas peruanas. *Contabilidad y Negocios* vol. 11, núm. 22, 2016, pp. Perú. 52-68. ISSN: 1992-1896. Consultado el día 22 de marzo de 2019 en: <https://www.redalyc.org/pdf/2816/281649953005.pdf>
- Delfín Pozos, F. L., Acosta Márquez, M. P., (2016) Importancia y análisis del desarrollo empresarial. *Pensamiento & Gestión* núm. 40, enero-junio, 2016, pp. 184-202, Colombia, ISSN: 1657-6276 Consultado en día 25 de marzo de 2019 en: <https://www.redalyc.org/html/646/64646279008/>
- Núñez de Schilling, E. (2011) Gestión tecnológica en la empresa: definición de sus objetivos fundamentales. *Revista de Ciencias Sociales*, España, ISSN 1315-9518. Consultado el día 20 de marzo de 2019 en: <https://www.redalyc.org/html/280/28022755013/>
- Lima Delgado, J. V., Colmenárez Lima, M. E., (2014) Gestión de calidad y toma de decisiones en pyme's del sector de medios impresos regionales del estado Lara, *Compendium*, Venezuela. ISSN 1317-6099. Consultado el día 20 de marzo de 2019 en: <https://www.redalyc.org/html/880/88037910003/index.html>

# ESTUDIO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE LA SATISFACCIÓN LABORAL Y EL CLIMA ORGANIZACIONAL EN PROFESORES POR HONORARIOS DE LA PREPARATORIA ITESBA

Ing. Maria del Rosario Angeles Pozas<sup>1</sup>, Dr. José Porfirio González Farías<sup>2</sup>,  
Mc. Guillermo Martínez Zárata<sup>3</sup>, Dr. Eugenio Guzmán Soria<sup>4</sup> y Dra. María Teresa de la Garza Carranza<sup>5</sup>

**Resumen:** El interés de las organizaciones por analizar el clima laboral y el nivel de satisfacción de su activo más importante es esencial para obtener resultados positivos en el cumplimiento de los objetivos estratégicos. La satisfacción del trabajador ocupa un lugar preponderante, ya que su percepción, positiva o negativa, influye en la relación que éstos adopten, el compromiso y la productividad.

En la presente investigación se analiza, mediante un análisis estadístico categórico, un conjunto de propiedades del ambiente de trabajo percibidos por profesores de honorarios del colegio ITESBA, mediante la aplicación de dos instrumentos sobre satisfacción laboral y clima organizacional. Determinando, mediante el software estadístico SPSS, que sí existe una relación positiva entre la Satisfacción Laboral y el Clima Organizacional.

Como resultado, se obtienen estrategias para el mejoramiento continuo de las condiciones de trabajo que apoyan a mejorar la relación laboral, creando las condiciones para el aumento de la productividad.

**Palabras clave:** Clima Organizacional, Satisfacción Laboral, ambiente, percepción, estrategias, condiciones de trabajo.

## Introducción

Cada vez son más las organizaciones que muestran mayor interés por analizar y saber cómo se encuentran en esos momentos su personal o recurso humano, para ello es importante conocer el clima que se está desarrollando en su organización y el nivel de satisfacción que presentan ante la misma. El clima organizacional y la satisfacción laboral son dos constructos distintos sin embargo se relacionan entre sí.

Se dice que el clima laboral consiste en un grupo de características que definen a una organización y que la distingue de otras; estas características son de permanencia relativa en el tiempo e influyen en la conducta de las personas Peiro (1991).

Según Hinojosa (2010), el clima organizacional es un conjunto de atributos que pueden ser percibidos acerca de una organización particular y/o sus subsistemas, y que puede ser inducido por la forma en que la organización interactúa con sus miembros y con su ambiente.

La satisfacción laboral se define como un conjunto de actitudes desarrolladas por la persona hacia su situación de trabajo, actitudes que pueden ir referidas hacia el trabajo en general o hacia facetas específicas del mismo; entonces, la satisfacción laboral se constituye en un concepto globalizador con el que se hace referencia a las actitudes de las personas hacia diversos aspectos de su trabajo (Bravo, Peiró, & Rodríguez, 1996).

<sup>1</sup> La Ing. Maria del Rosario Angeles Pozas es egresada del Instituto Tecnológico de Celaya y estudiante de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Gto. [rosario.angeles.p@gmail.com](mailto:rosario.angeles.p@gmail.com).

<sup>2</sup> El Dr. José Porfirio González Farías es investigador y catedrático de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Gto. [porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx](mailto:porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Mc. Guillermo Martínez Zárata es coordinador de Bachillerato en la preparatoria ITESBA, Celaya, Gto. [guillermomartinez@itesba.edu.mx](mailto:guillermomartinez@itesba.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Eugenio Guzmán Soria es investigador y catedrático de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Gto. [eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx](mailto:eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> La Dra. María Teresa de la Garza Carranza es investigadora y catedrático de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Celaya, Gto. [teresa.garza@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.garza@itcelaya.edu.mx)

Muñoz (1990, citado en Días, 2015) define la satisfacción laboral como “el sentimiento de agrado o positivo que experimenta un sujeto por el hecho de realizar un trabajo que le interesa, en un ambiente que le permite estar a gusto, dentro del ámbito de una empresa u organización que le resulta atractiva y por el que percibe una serie de compensaciones psico-socio-económicas acordes con sus expectativas”.

En la actualidad, el interés por el ambiente de trabajo ha cobrado enorme relevancia, por el impacto positivo en la productividad que se genera a través del mejoramiento continuo de las condiciones de trabajo, pues su conocimiento orienta los procesos que determinan los comportamientos organizacionales (Alcántar, Maldonado, & Arcos, 2012).

### Descripción del Método

#### *Tipo de estudio*

De acuerdo con Hernández (2010), la presente investigación fue de carácter cuantitativo para probar las hipótesis planteadas. De alcance descriptivo porque se buscó el análisis entre las variables a estudiar indagando características específicas y rasgos importantes del fenómeno. Correlacional, ya que se pretendió conocer la relación o grado de asociación entre las variables definidas para el estudio. De diseño no experimental por que se buscó conocer la relación entre las variables y no se pretendió manipularlas y de corte transversal puesto que la recolección de la información se realizó en un solo momento.

#### *Instrumento*

Para el análisis del objeto, se determinó la necesidad de elaborar un cuestionario que además de estar relacionado con la satisfacción laboral y clima organizacional pudiera adaptarse específicamente a un ambiente donde se desarrolla la profesión de un docente; por lo cual se llevó a cabo la consulta de diversas investigaciones relacionadas al sector educativo. Tras la revisión de varias bibliografías se eligieron dos cuestionarios que a partir de los mismos se adecuaron a uno solo dividido en dos secciones. Finalmente, para la Satisfacción Laboral se usó la *Escala Multidimensional de Satisfacción Laboral Docente (EMSLD)* de Barraza y Ortega (2009) y para el Clima Organizacional se tomó como base el reportado por Peña (2005).

#### *Validación*

Una vez definido el cuestionario se mostró a un panel de 7 expertos en el área para ser revisado y evaluado mediante su juicio y finalmente adecuarlo de la manera más acertada a la investigación. Los criterios de cada juez fueron sometidos al modelo de Lawshe para determinar la validez del mismo, según Tristan (2008) el valor del índice aceptable debe ser de al menos 0.71, el instrumento arrojó un valor de 0.91 resultado que indicó que estaba listo para ser aplicado.

Finalmente, el instrumento quedó conformado con 8 preguntas sociodemográficas de tipo escala y nominal y 46 nominales de tipo Likert de uno a cinco divididas en dos secciones. La primera parte fue constituida por 36 ítems divididos por 7 dimensiones relacionada con el Clima organizacional y la segunda parte con 20 ítems fue para la satisfacción laboral que también estuvo conformada por 7 dimensiones. En la siguiente tabla se muestra de forma general cada sección, así como la dimensión, ítem y escala para cada parte.

CLIMA ORGANIZACIONAL			SATISFACCIÓN LABORAL		
DIMENSIONES	ITEMS	RESPUESTAS DE ESCALA LIKERT	DIMENSIONES	ITEMS	RESPUESTAS DE ESCALA LIKERT
1	comunicación (1-3)	1 Totalmente en desacuerdo	1	relaciones interpersonales (1-3)	1 Totalmente Insatisfecho(a)
2	compromiso, orgullo y pert (4-8)	2 En desacuerdo	2	desempeño profesional (4-5)	2 Insatisfecho(a)
3	trabajo en equipo (9-11)	3 Indeciso	3	condiciones laborales (6-8)	3 Ni satisfecho(a) ni insatisfecho(a)
4	dinámica de trabajo directivos y coordinador (12-14)	4 De acuerdo	4	valoración del trabajo directivos y coordinador (9-10)	4 Satisfecho(a)
5	(jefe inmediato) (15-21)	5 Totalmente de acuerdo	5	(jefe inmediato) (11-14)	5 Totalmente satisfecho(a)
6	reglamento y normatividad (22-30)		6	factores organizacionales (15-17)	
7	oportunidad de desarrollo (31-36)		7	ambiente físico (18-20)	

Tabla 1. Variables y sus dimensiones.

#### *Confiabilidad*

La confiabilidad del instrumento se verificó mediante el alfa de Cronbach el cual se obtuvo un resultado de 0.818 para todo el instrumento. Para la sección de clima organizacional su alfa fue de 0.951 y para la satisfacción laboral

fue de 0.917. El autor Hernández (2010), determinó que valores mayores a 0.80 son aceptables por lo que se obtuvo una confiabilidad buena.

*Población de estudio*

La presente investigación se aplicó a docentes de la preparatoria ITESBA que se encuentran bajo contrato por honorarios. La misma comprendió un total de 31 profesores que imparten clases en las áreas de Ciencias exactas, Ciencias naturales, Ciencias sociales y humanas, Idiomas, Talleres y Deportes.

**Comentarios Finales**

**Resumen de resultados**

*Análisis descriptivo. Variables sociodemográficas*

Los datos capturados en el cuestionario sobre CO y SL se describen a continuación. Respecto al género se observa que en la institución predominan mayormente las profesoras al representar un 65% con respecto a los profesores con un 35%. El 51% son solteros mientras que los que viven en unión libre y los que se encuentran divorciados representan sólo el 3%. La edad de los docentes se encuentra entre los 25 a 49 años. El nivel de estudio más bajo con el que cuenta un maestro de la institución es Técnico siendo del 6% y el valor más alto con 42% corresponde al de Posgrado. Respecto a la antigüedad se cuenta con un 13% para aquellos que llevan laborando de 4 a 6 años, así como los de reciente ingreso y para los que llevan de 2 a 3 años les corresponde un 29%. En la institución también se oferta la secundaria, por lo que se preguntó a los profesores si imparten clases en dicho nivel, el 49% contestó que sí y el 52% respondieron que únicamente dan clases en bachillerato. Con respecto al área en la que más se imparten clases se observó que predomina mayormente la de ciencias sociales y humanas mientras que sólo el 13% representa a profesores del área de deportes. Para finalizar la cantidad de horas de clase por profesor va de 7 a 28 por semana.

Variables sociodemográficas		porcentaje	Variables sociodemográficas		porcentaje	
Género	femenino	65	Antigüedad en la institución	Reciente ingreso	13	
	masculino	35		6 meses a 1 año	26	
Estado civil	Soltero(a)	52		2 a 3 años	29	
	Casado(a)	42		4 a 6 años	13	
	Divorciado(a)	3		más de 6 años	19	
	Unión libre	3		Nombre del área en la que imparte materias	Ciencias exactas	23
Nivel de estudios	Técnico	6			Ciencias naturales	16
	Licenciado	39			Ciencias Sociales y humanas	29
	Posgrado	42			Idiomas	16
	Doctorado	13			Talleres	13
Nivel académico adicional en el que imparte materias dentro de la institución	Secundaria	49	Deportes	3		
	Únicamente en preparatoria	52				

Tabla 2. Variables sociodemográficas.

*Variables ordinales*

Con respecto al análisis de las variables ordinales la dimensión *reglamento y normatividad* correspondiente a la variable de Clima Organizacional es la que presento la media global más alta. En la tabla 3 se puede observar los valores de la media y desviación estándar de los ítems más altos.

REGLAMENTO Y NORMATIVIDAD	$\bar{x}$	S
Siempre que he requerido de alguna licencia, permiso o incapacidad, se me ha otorgado sin inconveniente y/o consecuencias.	4.2	1.0
Mi horario de trabajo siempre es respetado.	4.4	0.9
La asistencia y puntualidad es supervisada por igual para todos los miembros de la institución.	4.2	1.1
Los procedimientos para llevar a cabo mi labor como docente están claramente especificados.	4.1	1.0
Las normas de la institución son apropiadas para el buen funcionamiento de ésta.	4.3	1.0
Tengo la libertad para impartir mis clases como lo he especificado en mi planeación.	4.4	1.0

Tabla 3. Valores de la media y la desviación estándar de los ítems de la dimensión *reglamento y normatividad*. Por lo que se puede decir que los docentes tienen una buena perspectiva principalmente sobre el hecho de que su horario de trabajo es respetado, sienten la libertad de impartir sus clases con base a las planeaciones que elaboran y que las normas de la institución son apropiadas para el buen funcionamiento de esta. A continuación, se muestra dicha dimensión con los tres ítems que obtuvieron la media más alta y fue comparado con el nivel de estudios que tiene cada profesor para identificar de forma más específica su opinión.



En la figura 1 se observa que los profesores de licenciatura destacan con un 25.81% declarando estar *totalmente de acuerdo* seguidos por los profesores de posgrado representando un 19.35% con *de acuerdo* en lo que respecta al hecho de que el horario de su trabajo es respetado. Los que cuentan con doctorado se encuentran con un 6.45% en las columnas *de acuerdo* y *totalmente de acuerdo* y de igual manera los que cuentan con nivel técnico en ambas columnas sólo su valor representa el 3.23%.

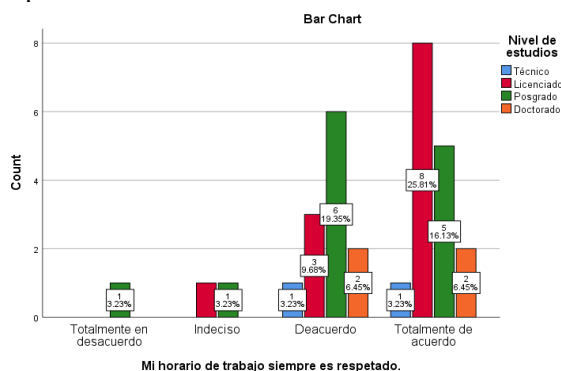


Figura 1. Representa el nivel de estudios de cada profesor y las respuestas al ítem correspondiente.

En la figura número 2, sobresalen los profesores de licenciatura y posgrado con un 29.03% cada uno con el hecho de estar *totalmente de acuerdo* con la libertad que sienten para impartir sus clases con base a sus planeaciones.

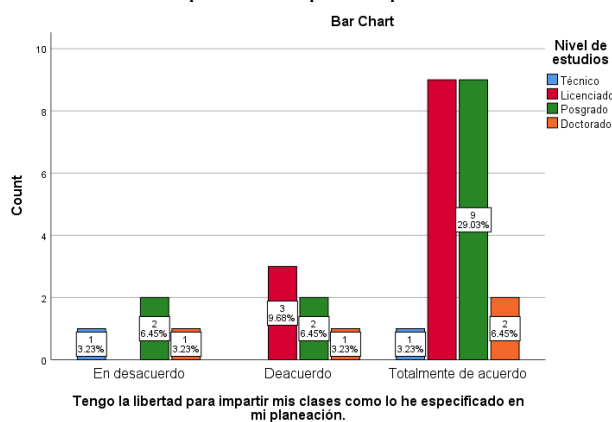


Figura 2. Representa el nivel de estudios de cada profesor y las respuestas a la libertad que tiene para impartir sus clases con base a lo especificado en sus planeaciones.

Para el ítem correspondiente a la supervisión de la asistencia y puntualidad se observa en la figura 3 que los profesores de posgrado están *totalmente de acuerdo* con un 29.03%, los licenciados con un 22.58% dicen *estar de acuerdo* mientras que los doctores con un 9.68% dicen también estar *totalmente de acuerdo* en su mayoría.

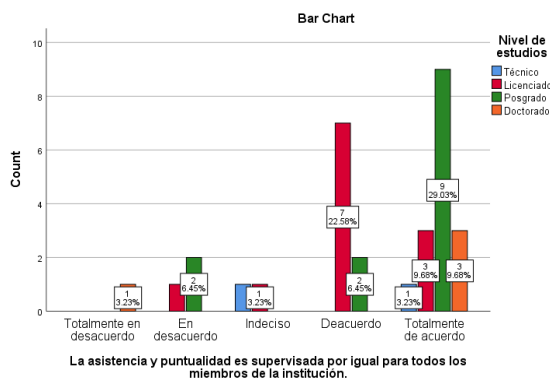


Figura 3. Nivel de estudios con la respuesta a la pregunta sobre la igualdad de la supervisión de asistencia y puntualidad para todos los miembros de que conforman la institución.

La variable que presentó la media global más baja se relaciona con la satisfacción laboral y corresponde a las dimensiones de *condiciones laborales* y *ambiente físico* en la cual reflejan que en su mayoría no están totalmente satisfechos con ambas cuestiones principalmente.

CONDICIONES LABORALES		
	$\bar{x}$	S
La remuneración económica que percibo.	3.94	0.8

Tabla 4. Se muestra la media y desviación estándar en relación con la remuneración económica que reciben los profesores.

En la figura 4 se puede observar que los profesores de posgrado están *satisfechos* con la remuneración representando el 25.8% seguido de los docentes con nivel licenciatura siendo el 19.35%

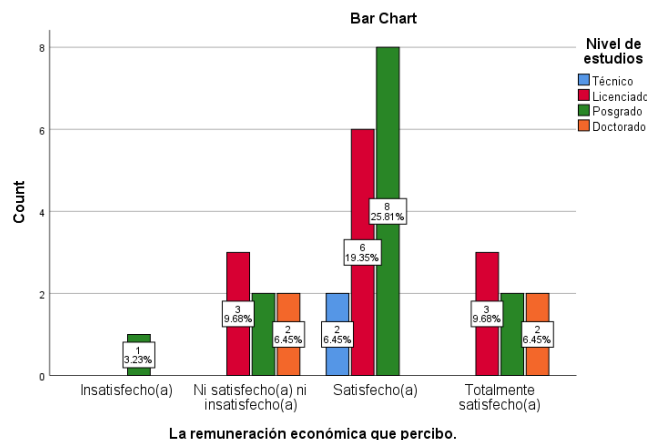


Figura 4. Muestra el nivel de satisfacción de los docentes con respecto a la remuneración económica que perciben.

AMBIENTE FÍSICO		
	$\bar{x}$	S
La cantidad de equipo o material necesarios para el desarrollo de mis clases que me proporciona la institución.	3.39	1.20

Tabla 5. Representando la dimensión sobre el ambiente físico mostrándose la media y desviación estándar con lo que respecta a la cantidad de equipo y material necesarios para el desarrollo de las clases de los docentes.

En la figura 5 se puede observar que los docentes de posgrado representando un 7% los que se encuentran en la categoría de *satisfechos* con la cantidad de material que se les brinda para el desarrollo de sus clases seguido de los docentes de licenciatura con un 12.90%.

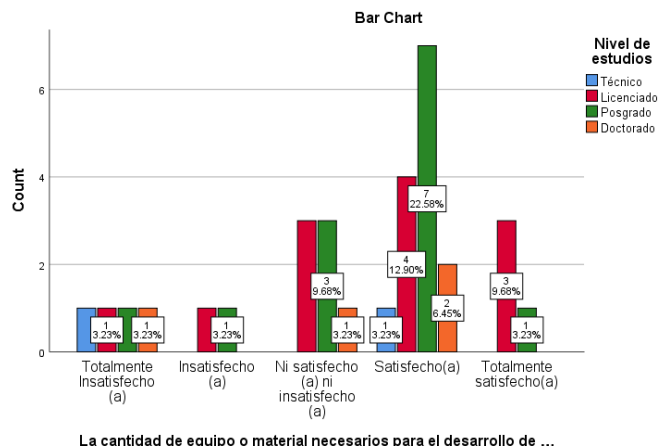


Figura 5. Muestra los porcentajes de satisfacción de los docentes con respecto a la cantidad de material que se les brinda para impartir sus clases.

*Análisis Correlacional*

La función de la correlación de Spearman es determinar si existe una relación lineal entre dos variables a nivel ordinal y que la relación sea estadísticamente significativa.

**Correlations**

		CO	SL	
Spearman's rho	CO	Correlation Coefficient	1.000	.872**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	31	31
	SL	Correlation Coefficient	.872**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	31	31

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Se puede observar que el estadístico SPSS al momento de realizar dicho análisis da un coeficiente de correlación de 0.872 entre las dos variables, un valor de  $p < 0.05$  ya que resulta de cero, por lo que se puede concluir que hay una correlación lineal y directamente proporcional (ya que es positiva), es decir, el Clima Organizacional influye en la Satisfacción Laboral de los profesores por honorarios de la preparatoria ITESBA.

*Conclusiones*

Al momento del análisis de las variables y sus dimensiones se pudo observar que en general los docentes tienen buena percepción con la manera en la cual la institución se comunica, compromete, trabaja y colabora con ellos, la oportunidad que tienen para su desarrollo dentro de la institución. En cuanto a la percepción económica no están totalmente satisfechos, pero se observó que es por la cantidad de horas que se le brinda a cada docente y estás dependen mayormente de la demanda de grupos por atender. Con respecto a la cantidad de material brindado por parte de la institución se encuentran satisfechos los profesores, pero es importante considerar trabajar en la búsqueda de estrategias para incrementar ese nivel ya que fue en los que hubo mayor variación. Con respecto al análisis de las correlaciones entre las variables se obtuvo que si hay una relación positiva entre ambas por lo que se puede decir que el clima laboral si influye en el nivel de satisfacción que presentan los profesores de dicha preparatoria y de forma favorable o positiva.

*Referencias bibliográficas*

- Alcántar, V. M., Maldonado, S., & Arcos, J., (2012). Medición de clima laboral requerido para asegurar la efectividad del sistema de gestión de calidad. *Revista Internacional de Administración y Finanzas*, 5(3), 55-68.
- Barraza, M. A. & Ortega, M. F. (2009). Satisfacción laboral en instituciones formadoras de docentes. Un primer acercamiento.
- Bravo, M. J., Peiró, J. M., & Rodríguez, I. (1996). Satisfacción Laboral. En *Tratado de psicología del Trabajo* (pp. 343-394), España: Ed. Síntesis.
- Hinojosa, C. (2010). Clima Organizacional y Satisfacción Laboral de Profesores del Colegio Sagrados Corazones Padres Franceses (Tesis doctoral). Universidad de Playa Ancha, Programa de Doctorado en Gestión y Políticas Educativas. Valparaíso, Chile. Recuperado de <http://genesismex.org/ACTIDOCE/CURSOS/CHILECO-OT%2710/TRABAFIN/CLAUDIO%20HINOJOSA.pdf>
- Peiro, J. M. (1991). *Psicología de la Organización* (5ª ed.). Madrid: UNED
- Pilar Robles Garrote y Manuela del Carmen Rojas, Sapienza Università di Roma. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. Fecha de recepción: 30 enero de 2015. Fecha de aceptación: 14 febrero de 2015. Extraído diciembre 2018, desde: <https://www.nebrija.com/revista-linguistica/la-validacion-por-juicio-de-expertos-dos-investigaciones-cualitativas-en-linguistica-aplicada.html>
- Soporte de Minitab, 2018. Extraído diciembre 2018, desde: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/how-to/attribute-agreement-analysis/attribute-agreement-analysis/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/kendall-s-coefficients/>
- Soporte de Minitab, 2018. Extraído diciembre 2018, desde: <https://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf>

# LA INGENIERÍA MECATRÓNICA COMO FUNDAMENTO EN LA TRANSICIÓN HACIA LA INDUSTRIA 4.0

José Antonio Aquino Robles<sup>1</sup> Leonel Germán Corona Ramírez<sup>2</sup> Cecilia Fernández Nava<sup>3</sup>

**Resumen**— En la actualidad se han trazado ya una serie de directrices que perfilan lo que será la industria 4.0. La cual requerirá de profesionales de las ingenierías de vanguardia de los grados interdisciplinarios en Ingeniería de control y automatización, Ingeniería en Robótica, así como de Ingeniería Telemática, ingeniería cibernética y de Ingeniería Mecatrónica. Todas ellas serán las bases para crear una mayor interdisciplinariedad entre todas estas ramas de la ingeniería con un propósito bien definido construir la industria 4.0.

Si recordamos que la mecatrónica surge como vocablo tecnológico en 1969. Y su uso común cobra fuerza a partir de que la gente de Japón permite el uso libre del mismo. Podemos afirmar dados los tiempos, que ésta rama de la ingeniería moderna, es uno de los elementos claves que permitirán la transición paulatina de la industria actual hacia la Industria 4.0. Posteriormente, la ingeniería mecatrónica y las demás ramas citadas anteriormente, pasarán de ser ramas vanguardistas a ser ramas que fundamenten o sean las bases de nuevas ramas de la ingeniería.

**Palabras clave**— Industria 4.0, Mecatrónica, interdisciplinariedad, robótica, telemática, IoT, Control y automatización, robótica, cibernética, inteligencia artificial, Telemática.

## Introducción

De acuerdo a Val Román (2016). El término *industria 4.0* se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información.

El término industria 4.0 se utiliza de manera generalizada en Europa, si bien se acuñó en Alemania. También es habitual referirse a este concepto con términos como "Fábrica Inteligente". En definitiva se trata de la aplicación a la industria del modelo "Internet de las cosas" (IoT). Todos estos términos tienen en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentran en un proceso de transformación digital, una "revolución industrial" producida por el avance de las tecnologías de la información y, particularmente, de la informática y el software, *Ibíd.*

La primera revolución industrial (1784) se distingue por la integración de los sistemas de potencia hidráulicos y térmicos a los sistemas de manufactura, cuyo caballo de batalla y artefacto insignia fue la máquina de vapor para el aumento en la producción industrial y con ello provocó la creación y desarrollo de los programas de Ingeniería Mecánica tanto para el diseño de máquinas de vapor más eficientes, como para la operación de las mismas, por lo que fue necesario especializar la ingeniería mecánica en sus dos más grandes vertientes, el diseño mecánico y la termodinámica y transferencia de calor. Con lo cual de manera equiparable, se puede decir que ésta fue la educación tecnológica 1.0 que nutrió a la Industria 1.0, ver figura 1.

La segunda revolución industrial (1870) instaura las líneas de producción en la planta con reducción en los tiempos de producción y se organiza la producción masiva de productos con características idénticas para su producción por lotes. Y con la generación de la electricidad se diseñan los motores eléctricos como unidades de potencia en los sistemas de manufactura y estimula la creación y desarrollo de programas de Ingeniería Eléctrica. Por tanto la

<sup>1</sup> M. en C. José Antonio Aquino Robles Catedrático de Ingeniería Mecatrónica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional [jaquinor@gmail.com](mailto:jaquinor@gmail.com) (Autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Leonel German Corona Ramírez Catedrático de Ingeniería Mecatrónica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional [lcoronaramirez@hotmail.com](mailto:lcoronaramirez@hotmail.com)

<sup>3</sup> M. en C. Cecilia Fernández Nava Catedrática de Ingeniería Mecatrónica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional [cfernandezn@ipn.mx](mailto:cfernandezn@ipn.mx)



Figura 1 Las diversas Eras industriales por las que ha transitado la humanidad, (Elaboración propia).

Se puede manifestar a posteriori que ésta ahora conocida como Industria 2.0, produjo la necesidad de una educación tecnológica 2.0, misma que requirió mucha más participación de la ciencia en el entrenamiento de los nuevos ingenieros electricistas, dado que para entender los fenómenos eléctricos fue necesario poderlos modelar matemáticamente siendo pues; que el surgimiento de la ingeniería de control y automatización fue a partir de diseñar reguladores que funcionaran de manera automática para el control de las válvulas de retroalimentación de la máquina de vapor. De acá podemos manifestar que se van entretejiendo una serie de relaciones interdisciplinarias entre las diversas necesidades productivas de estas Eras tecnológicas. Partiendo de la ingeniería mecánica, siguiendo con la Ingeniería de control y continuando con la Ingeniería eléctrica de potencia, de forma casi contemporánea se crea el enlace entre la Ingeniería Mecánica y la Eléctrica en el accionamiento de turbinas tanto hidráulicas como neumáticas para la producción de energía eléctrica en las grandes centrales hidroeléctricas y termoeléctricas, dando paso a la Ingeniería Electromecánica.

La tercera revolución industrial (1980), *Ibídem*, se caracteriza por el uso intensivo y extensivo de la automatización y robotización de base electrónica con circuitos electrónicos integrados en dispositivos como los microcontroladores, los controladores lógicos programables (PLC) y las computadoras digitales para ejercer la función de control de procesos. Por lo que la transición de la Industria 2.0 a la 3.0 implicó un gran desarrollo de la ingeniería Electrónica en una gran cantidad de vertientes, entre las que podemos mencionar por orden de aparición están la electrónica de válvulas de vacío, comúnmente conocidos como bulbos, posteriormente surge gracias a una gran aportación a la física de semiconductores, la electrónica de estado sólido, con la cual se pueden sustituir las válvulas electrónicas por dispositivos semiconductores y ganar con ello mucha eficiencia y fiabilidad en el funcionamiento de los artefactos electrónicos y a su vez micro miniaturizar los cada vez más complejos procesadores de señales. Esto permite la creación de complejas computadoras y con la creación de estas surge la Ingeniería de cómputo y sus dos vertientes la ingeniería de hardware y la de software. Los lenguajes de computación y posteriormente la informática. Paralelamente la Electrónica se vuelve muy útil para las comunicaciones, por lo que también se aprecia el surgimiento de la Electrónica de comunicaciones y la de instrumentación. Con el manejo de todas las señales electrónicas con las que interactúa el ser humano surge la electrónica Analógica, la electrónica Acústica y es entonces también que con la electrónica analógica, la ingeniería de control y automatización puede nutrirse de ella creando un gran campo de aplicación como lo es la electrónica de control que toma tanto de la electrónica analógica, en sus inicios, con los amplificadores operacionales y posteriormente con la electrónica digital, con ello conjunta los medios para automatizar en esta Era en la que aún estamos viviendo y que podemos considerar como Industria 3.0.

En esta gran Era electrónica como lo fue la segunda parte del siglo XX. Se logra una gran sinergia con las ramas surgidas en el pasado conjuntamente con la floreciente ingeniería informática y es cuando la Mecatrónica en Japón surge como la rama que integra a todas las demás que surgieron anteriormente con las enormes ventajas que trajo consigo la electrónica y la computación logrando con ello enormes ventajas competitivas que en el pasado no se

tenían. Siendo pues la Mecatrónica la última sinergia de lo tangible en esta Era, observa de manera paralela el surgimiento de otra sinergia entre las ramas de la ingeniería de lo intangible como lo son las telecomunicaciones y la informática, misma que es conocida como Telemática. Siendo estas dos (la Mecatrónica y la Telemática), las dos grandes bases donde se sustentará la transición hacia la Industria 4.0, Aquino, Trujillo, González (2015)

Y la cuarta revolución industrial se revela como la adopción de las Tecnologías de Comunicación e Información comúnmente conocidas como las (TIC) de todas las funciones en la Fábrica Digital y se transita de la integración holística del hardware a la integración holística de las comunicaciones, Carvajal (2017).

### Marco Teórico

En la actualidad algunos autores como Carvajal (2017) manifiesta que la mecatrónica, que entre sus temas disciplinares se encuentra la robótica, será parte de la base en la creación de Plataformas de la Industria 4.0 porque realiza la integración física de sistemas electrónicos a sistemas mecánicos y luego la integración de instrumentos, dispositivos, máquinas, procesos y sistemas de manufactura por medio de las TIC, hasta la integración total de la Fábrica Digital; de acuerdo al requerimiento específico.

Por otro lado y para ser más precisos, y explicar las necesidades de las Eras industriales a través del tiempo, mismas que podemos equipararlas como Eras tecnológicas también. Podemos manifestar que, para no crear una oleada de vocaciones ingenieriles desbocadas desmedidamente hacia las ramas de la ingeniería que surgirán o que servirán de base para la Industria 4.0 es necesario manifestar que la Industria 4.0 no solo necesitará ingenieros mecatrónicos, así como ingenieros telemáticos y/o de telecomunicaciones, ingenieros en robótica industrial, sino que además requerirá también ingenieros en cibernética, y los ya conocidos ingenieros en control y automatización e ingenieros en electrónica industrial, ingenieros industriales de nueva generación, ingenieros en sistemas computacionales, Que se pueden considerar serán los ingenieros de la primera línea de batalla. Ver figura 2.



Figura 2. Profesionales protagonistas de la Industria 4.0

En esta línea de acción no dejarán de ser necesarios los ingenieros que se pueden considerar de la vieja guardia, ya que sí algo ha ayudado a la ingeniería mecánica tradicional ha sido la gran cantidad de herramientas de ingeniería surgida de la interdisciplinariedad que hizo nacer a la Mecatrónica, de este cruce de disciplinas como lo fue la ingeniería mecánica con la informática, nacieron las herramientas computacionales, como el diseño asistido por computadora (CAD) y posteriormente la Manufactura asistida por computadora, (CAM), Aquino Corona, Trujillo (2014).

Así mismo la ingeniería eléctrica de potencia se ha retroalimentado grandemente con el surgimiento de una gran cantidad también de herramientas necesarias para el diseño y simulación de grandes sistemas eléctricos de potencia. Y si bien es cierto que tanto la primera revolución industrial como la segunda dependieron en gran medida de fuentes de energía que posibilitaron el surgimiento de maquinaria y equipo capaz de abaratar la producción y masificar los productos; que anteriormente solo la gente con alto poder adquisitivo podía comprar.

Ahora se piensa quizás que el problema energético está resuelto, sin embargo esto no es del todo cierto para la industria 4.0, porque sí bien esta nueva revolución industrial y la tercera son revoluciones que se adentran más hacia la producción y la interconexión entre la maquinaria productiva, manejada y manipulada de manera automática. Dependen mucho de una alta disponibilidad energética, de un suministro confiable y una energía de muy alta calidad, dadas las características de las nuevas cargas. Y este problema no está del todo resuelto, aun cuando las economías más avanzadas de este planeta están orientándose hacia las energías renovables, se depende todavía mucho de las fuentes convencionales de energía, como lo son los hidrocarburos de acuerdo a Aquino, Corona, Fernández (2017). Por este hecho y aunque no en primera línea, de acuerdo a la figura 2. Serán necesarios tanto Ingenieros en Energía, como Ingenieros en Eléctrica de potencia y más aún Ingenieros en la nascente disciplina de Enertrónica, Aquino, Corona, Fernández (2017).

La Industria 4.0 busca implementar la estrategia de alta tecnología 2020 de integración de Sistemas de Control Avanzado con las TICs para permitir la comunicación entre el personal, los productos y los sistemas complejos en la Fábrica Digital. Considerando las tecnologías que se integran los denominados Sistemas Ciber Físicos (SCP) inducirán cambios en los Sistemas de Ingeniería y en la Educación Superior en esta área del conocimiento, de acuerdo a Carvajal (2017). Inclusive, podemos agregar que de ésta revolución industrial, como de las anteriores surgirán nuevas ramas de ingeniería. De las cuales hablaremos más adelante al ir descubriendo de que campos necesitarán conocimientos y por ende habrá no solo mayor interdisciplinariedad sino que se tendrá la necesidad de preparar de forma más eficiente a la próxima generación de ingenieros que sentaran las bases de este cuerpo de conocimientos prácticos y teóricos.

A ese respecto la Industria 4.0 hará sinergia entre las tecnologías en la cadena de valor a los sistemas ciberfísicos, el Internet de las Cosas (IoT Internet of Things) y el Internet de los servicios. Con implicaciones a tener en cuenta en los planes curriculares de ingeniería, como:

- **Competencias analíticas avanzadas (Big Data)**, Capacidad de coleccionar, almacenar y analizar grandes cantidades de datos para identificar ineficiencias y cuellos de botella en la producción. Mismo que es un tema que estudian tanto en la ingeniería telemática, como en Ingeniería de sistemas computacionales y en algunas escuelas de ingeniería cibernética y temas avanzados de ingeniería industrial también.
- **Simulación avanzada y modelado virtual de plantas**, Siendo este tema transversal ya que se suele impartir en varias de las ingenierías de la vieja guardia, tanto en Química, Eléctrica, electrónica, control y automatización principalmente, además de simular diversas operaciones de manufactura en ingeniería mecánica y otras más.
- **Robótica Autónoma**. Tanto la gente de ingeniería de control y automatización, así como los ingenieros en mecatrónica y también y más propio de su expertis, los ingenieros en robótica industrial, son los más capacitados en estos temas, por lo que son el personal de ingeniería que se colocó en primera línea en la figura 2.
- **Capacidad de concebir, modelar, implementar, operar y optimizar productos y procesos en ambientes virtuales**. Capacidad de Integración física – virtual y horizontal – vertical de todos los sistemas productivos en la Fabrica Digital. Estos temas están dentro de lo que concierne a los ingenieros en cómputo e informática aun cuando también lo llegan a estudiar los ingenieros en cibernética.
- **Internet de las cosas a nivel industrial IoT**: y para ello los profesionales por surgir requieren habilidad de Conexión industrial de Internet en tiempo real de dispositivos, plantas, oficinas, y compañías para compartir información útil, teóricamente hablando estas habilidades están actualmente entre la gente de telecomunicaciones e internet, propiamente hablando con habilidades ya probadas en estos temas, los ingenieros en Telemática,
- **Cyberseguridad**: Los profesionales telemáticos son especialistas con estas habilidades en técnicas de seguridad en Sistemas de Información SI y en Sistemas de Telecomunicación ST. Aunque también suelen estar preparados los ingenieros en cibernética electrónica y de Telecomunicaciones.
- **Computo en la Nube**: Esta es la capacidad de computación en la nube de IoT y de Big Data. Estos temas son cada vez más comunes también entre los ingenieros telemáticos e ingenieros de comunicaciones y electrónica cuya especialidad es el cómputo, así como también lo es para algunos especialistas en sistemas computacionales e informática.
- **Manufactura aditiva**: Dentro de lo que fue una tendencia de la Mecatrónica estuvo durante algún tiempo en la década pasada, el tema del prototipado rápido, mismo que comenzaba con el escaneado de las piezas



y terminaba con la impresión en 3D de lo que podría llegar a ser un prototipo o modelo alfa, ahora esto se ha transformado un poco más y es parte de la tendencia de la Industria 4.0 misma que pide lotes pequeños y cambios rápidos en los diseños, reducción apilamiento de materiales y bajos costos de transportación, este tema es ya estudiado y se da la habilitación necesaria a una buena gama de ingenieros en ciernes, de las especialidades de Mecatrónica principalmente aunque también industriales, mecánicos, electrónicos, de control y automatización,

- **Realidad aumentada:** Capacidad de Integración de elementos físicos con elementos virtuales para crear una realidad aumentada en tiempo real en la Fabrica Digital. Este tema es de reciente incorporación en las unidades de aprendizaje de algunas escuelas de mecatrónica, en donde particularmente hablando debe estar completamente enfocado hacia la implementación de sistemas de manufactura y robótica exclusivamente. Dado que por otros ámbitos del conocimiento han surgido ya otras licenciaturas que tocan los temas de animación digital y diseño multimedia, por lo cual los esfuerzos de las disciplinas de ingeniería deberán por tanto aportar hacia temas que le conciernen.

### La Mecatrónica de protagonista en la Industria 3.0 a fundamento de la Industria 4.0

Después de observar y comentar las necesidades y las tecnologías que se vislumbran protagonistas en la Industria 4.0 se observa un detalle que algún día sería una realidad tangible. Y esto es explicable de la siguiente forma: así como la Mecánica fue fundamento junto con la Informática, la Ingeniería de control y automatización, la Ingeniería eléctrica (electrónica) para la Industria 3.0 y con ella surge la Ingeniería Mecatrónica, ver figura 3. Como un cuerpo de conocimientos ya propio y legitimado con el avance tecnológico principalmente y científico también.

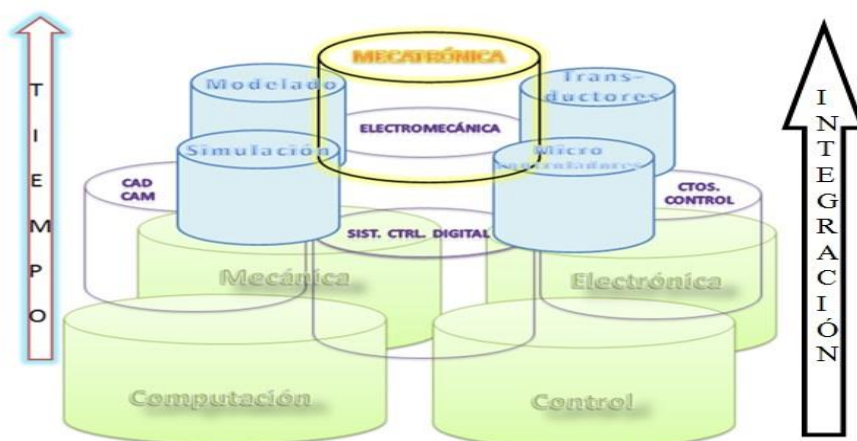


Figura 3 Evolución de los campos disciplinares que dieron origen a la Mecatrónica. (Aquino et al 2011).

Ahora le tocará a la Ingeniería Mecatrónica ser la base de conocimientos y habilidades para que surja mayor interdisciplinariedad como la que se vislumbra para el profesional o profesionales que surja de esta Era tecnológica conocida como industria 4.0. (Aquino et al 2015). Por el otro lado, tenemos que la tecnología, o cuerpo de conocimientos que más complementará a la Mecatrónica para ser el fundamento de la Fábrica digital o Industria 4.0 será la Telemática, veri figura 4.



Figura 4. Cuerpos de conocimientos y sinergias que provocaron el surgimiento de la Telemática.

Ineludiblemente la Industria 4.0 como se suele manifestar, requerirá de talento 4.0, el cual debe ser capacitado, habilitado y entrenado en Escuelas, Institutos, Facultades de Ingeniería 4.0. Se requerirá para esto hacerlo con una mayor eficiencia que en el pasado cercano, por las siguientes razones:

- Sí bien es cierto durante la Industria 3.0 surgen al final de esta Era, las ramas de ingeniería que denotaban mayor interdisciplinariedad, y que eran sustentadas por las que habían surgido en la Industria 2.0, entre ellas podemos mencionar a las tan llevadas y traídas Telemática y Mecatrónica, pero también estuvieron en esa última parte Robótica Industrial, Ing. En Telecomunicaciones, Ing. Cibernética, Sistemas computacionales, Biomédica, Biónica. Estas nuevas ramas nacían en la Multidisciplinariedad con una clara tendencia en caminar rápidamente hacia la interdisciplinariedad en aras seguir formando ingenieros en las diversas ramas en un tiempo que debe ir de los 4 a los 5 años, como mucho. Y con ello no perder de vista que una mayor interdisciplinariedad implica por antonomasia una necesidad de ser más eficiente en la formación de ingenieros. Por tanto la Industria 4.0 no requiere ingenieros con saberes muy amplios pero muy dispersos. Requiere ser formado interdisciplinariamente y esto implica ser formado eficientemente, Aquino, Corona & Fernández (2019).
- El concepto TIEMPO implica para muchos de los productos inéditos que surgirán de la Industria 4.0, una de las únicas ventajas competitivas respecto a sus competidores y le dota de ser vanguardia, por cuando menos unos meses. De la misma forma las escuelas 4.0 de donde surgirá el talento 4.0 que trabajará en la industria 4.0, tienen que ganarle tiempo al tiempo, para empezar no solo a hacer más eficientes sus planes de estudio de ingeniería, sino que deben hacerlos más interdisciplinarios y por tanto más eficientes, mientras más Unidades de aprendizaje o Asignaturas tenga un plan de estudios para formar un ingeniero interdisciplinario, más tiempo tardará en terminar y denota la falta interdisciplinariedad de dicha escuela. Por las razones esbozadas por Aquino et al (2019).
- No solo deberán formar con mayor interdisciplinariedad a los ingenieros Mecatrónicos y a los ingenieros Telemáticos, de la Industria 4.0 surgirán ramas que aún hoy día no se conocen aún, ya que de estas dos últimas ramas y por lo que se aprecia en lo expuesto en esta investigación surgirá otra que amalgame, logre la unidad o cree la interdisciplinariedad entre mecatrónica y telemática, pudiendo ser el Ingeniero Mecamático o Teletrónico, ver figura 5.



Figura 5 Sinergia que formarán dos ramas de la ingeniería que participan directamente en la Industria 4.0 en su inicio.

### Conclusiones.

En esta investigación, se muestran algunas de las tecnologías necesarias que participaran en la Industria 4.0 y que al observarlas con detalle, se aprecia que serán la Mecatrónica y la Telemática las principales protagonistas, aunque no de manera exclusiva.

Se manifiesta también que al revisar las anteriores eras tecnológicas que ahora han denominado Industrias 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, se observa que las primeras dos, estaban basadas en la energía y las últimas dos ya están basadas en la mejora en la eficiencia de manufactura y ahora en la interconexión entre máquinas y entre máquinas y clientes. Sin embargo el tema de la energía no está del todo resuelto, porque también está la tendencia para crear la red eléctrica inteligente, cosa que camina a la par de la industria 4.0 y que será el respaldo energético que requerirá no solo esta industria 4.0, sino que también la Red eléctrica inteligente (Smart grid), y las ciudades inteligentes (Smart cities).

### *Referencias bibliográficas*

Aquino J.A., Corona L.G., Trujillo C. J.C. (2014) “Tendencia en la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica y su campo disciplinar” Publicado en la Revista de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Palermo en Argentina. <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cyt/article/view/109>.

Aquino R. J.A.; Trujillo C.J.C.; González C.J.F. (2015) “Las sinergias que evidencian la evolución de la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica” Publicado por la Revista de Ciencia e ingeniería del instituto tecnológico superior de Coatzacoalcos Año 2, No. 2, Enero-Diciembre 2015 pp. 30-36. ISSN: 2395-907X

Aquino J.A. Corona R. L.G, Fernández N. C. (2017) La Enertrónica, piedra angular en el desarrollo energético sostenible. Presentado en el 3er. Congreso Internacional de la red de medio ambiente del IPN organizado por el CIEMAD. Ciudad de México. México

Aquino J.A. Corona R. L.G, Fernández N. C. (2019) “El caminar cuesta arriba en la interdisciplinariedad es también un caminar en pro de los planes de estudio más eficientes en ingeniería”. Presentado en el congreso internacional de investigación academia journals, Oaxaca, junio del 2019.

Carvajal R.H.J. (2017) La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. Universidad Antonio Nariño, Colombia.

Del Val Román J. L. (2016) “Industria 4.0: la transformación digital de la industria”. Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. Disponible en <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>, consultado en Agosto del 2019.

### **Agradecimiento**

Los autores agradecen a la SIP del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido para la realización de este trabajo el cual es parte del proyecto de investigación registro SIP No. 20195720.

# LA DOCENCIA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI

José Antonio Aquino Robles<sup>1</sup> Leonel Germán Corona Ramírez<sup>2</sup> Cecilia Fernández Nava<sup>3</sup>

**Resumen**— Se vive en la actualidad una vertiginosa carrera en la innovación tecnológica, y como protagonista de estos hechos se tienen a los ingenieros, los cuales requieren ser preparados en las universidades con las más avanzadas estrategias docentes, las cuales deben ser también de vanguardia. Dado que los ingenieros en la actualidad se enfrentan a problemas mucho más diversos y complejos, son necesarias herramientas que les permitan llevar acabo de la manera más eficiente, el diseño y el cálculo de los proyectos que enfrentan. Por ello en este trabajo se detalla la problemática actual que conlleva la enseñanza de los circuitos eléctricos en esta Era y así mismo, se explican también las estrategias que se han desarrollado a lo largo de los últimos años para fortalecer y diversificar la enseñanza de este tema nuclear que es de gran trascendencia para los grados en Ingeniería eléctrica, Ingeniería en Energía, Ingeniería en Telecomunicaciones y electrónica.

**Palabras clave**— circuitos eléctricos, docencia de ingeniería, régimen no sinusoidal, coeficientes de Fourier, software de simulación de circuitos eléctricos.

## Introducción

En la actualidad el contenido armónico está aumentando, principalmente, como consecuencia de la proliferación de convertidores de potencia, mismos que sí bien es cierto permiten un uso mucho más eficiente de la energía eléctrica contaminan el suministro eléctrico en todos los niveles del sistema. Desde los puntos de generación eléctrica, con la conexión de tecnologías renovables de aprovechamiento energético que requieren tanto de rectificadores de gran potencia, como de inversores. Hasta en el transporte en alta tensión, con los dispositivos FACTS, entre otros. De igual manera a nivel distribución, con la conexión de generación distribuida renovable (GDR). Los dispositivos basados en electrónica de potencia están cada vez más presentes. Por ello las compañías suministradoras están aceptando la necesidad ineludible de establecer normativas, cuya implementación requiere del desarrollo de sistemas de medición, monitoreo y control.

En las últimas décadas, se han hecho muchos progresos en el conocimiento evaluación y control de la distorsión de las ondas de tensión y corriente en los sistemas de potencia, que han sido reflejados en numerosas publicaciones. Mismas que han hecho conjuntar diversos grupos de trabajo tanto del CIGRE, como del IEEE y las reuniones periódicas del ICHPS, CIREN, Electronic power quality, las cuales permiten mantener un alto nivel de discusión y difusión de los avances de vanguardia de este ámbito.

En este contexto el requisito primordial de todo sistema eléctrico es la fiabilidad del suministro y, por tanto, su calidad que incluye el problema de la distorsión. El aumento del nivel de vida da lugar a una creciente contaminación de la red eléctrica, ello simplemente considerando el apogeo de la tecnología informática en las tres últimas décadas y el cambio tecnológico que ha implicado trasladar la iluminación en su mayoría de lámparas incandescentes de hace también algunas décadas, al auge que tuvo la iluminación fluorescente que aún hoy todavía es mayoría a la ahora novedosa y vanguardista iluminación basada en tecnología led. Siendo estas últimas dos (la fluorescente y la iluminación leds), cargas no lineales y por tanto distorsionantes de la intensidad eléctrica. Si bien es cierto se ha ganado en cuanto a eficiencia, se ha perdido también por cuestiones inherentes a la multiplicación de cargas no lineales. Otro aspecto y más reciente que está en contexto con la cuestión de la mejora en la eficiencia, es la creciente cantidad de aparatos de línea blanca, como lo son los hornos de microondas, los refrigeradores o neveras, lavadoras, secadoras, planchas y los sistemas de aire acondicionado, mismos que ahora llevan en su interior tanto sistemas rectificadores, fuentes conmutadas e inversores, también llamados onduladores. Mismos que ahora con cargas no lineales también.

<sup>1</sup> M. en C. José Antonio Aquino Robles Catedrático de Ingeniería Mecatrónica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional [jaquinor@gmail.com](mailto:jaquinor@gmail.com) (Autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Leonel German Corona Ramírez Catedrático de Ingeniería Mecatrónica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional [lcoronaramirez@hotmail.com](mailto:lcoronaramirez@hotmail.com)

<sup>3</sup> M. en C. Cecilia Fernández Nava Catedrática de Ingeniería Mecatrónica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional [cfernandezn@ipn.mx](mailto:cfernandezn@ipn.mx)

El efecto más inmediato de tan elevado contenido armónico, ha sido un deterioro de las comunicaciones telefónicas, pero también ocurren otros efectos que, aunque no audibles, pueden ser más perjudiciales, tales como el mal funcionamiento de sistemas esenciales de control y protección, o las sobrecargas de los equipos eléctricos. Frecuentemente la presencia de contaminación armónica sólo se detecta a posteriori, como consecuencia, por ejemplo, de la destrucción de los bancos de condensadores para la corrección del factor de potencia.

A ese respecto es por tanto, necesario no solo estudiar e investigar el tema, puesto que el contenido armónico presente en las redes eléctricas, será altamente difícil de revertir. Luego entonces ésta y la próxima generación de ingenieros especializados en el área eléctrica de potencia y los graduados de ingeniería en energía, así como los ingenieros en electrónica industrial, deberán estar capacitados para manejar con toda pericia señales no senoidales de corriente alterna y más aún señales de fuentes conmutadas de corriente directa pulsante, potencia rectificadas tanto de fuentes monofásicas, como de fuentes trifásicas.

### Marco Teórico

La formación integral en Ingeniería en lo general; necesita, mediante una docencia de vanguardia continuar con la misión de capacitar mediante saberes, habilidades y conocimientos tecnológico-científicos al estudiante. Y formar la identidad y actitudes propias de un ingeniero para que tenga un buen desempeño profesional, todo ello de manera sinérgica. Y en lo específico para la formación holística de los Ingenieros interdisciplinarios de esta nueva era de la industria 4.0, no solamente es necesario crear sinergias para conjuntar, lo que anteriormente se dijo, sino que además se requiere adicionalmente hacer interacciones aún más intensivas, dado que la realidad social, la realidad educativa y la realidad creativa de ingeniería no son lineales, ni rígidas, ni estáticas, sino, por el contrario, se caracterizan por ser complejas, adaptativas, cambiantes, interactivas, consecuencia claro está, de entornos y contextos socioculturales no lineales y quizás hasta estocásticos. Es por ello que el concepto estrategia responde mejor a los propósitos de la enseñanza de la ingeniería, entendida como procedimiento adaptativo o conjunto de ellos por el que organizamos secuencialmente la acción para lograr el propósito o meta deseada. Siendo pues un concepto amplio, abierto, flexible, interactivo y sobretodo adaptativo, aplicable tanto a la concreción de modelos de formación, de investigación, de innovación educativa, de evaluación, docentes o estimulación de la creatividad. Las estrategias nos acompañan siempre haciendo de puente entre metas o intenciones y acciones para conseguirlos

A ese respecto la docencia de la Ingeniería debe por razones naturales modernizarse continuamente, por lo que a la par del progreso tecnológico se observa también un progreso en la enseñanza de la misma, en la que actualmente se utilizan con mucha más frecuencia herramientas y medios como las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) que en el pasado reciente no existían.

Por tales hechos y considerando que para las nuevas ramas interdisciplinarias de la ingeniería, la enseñanza de un tema troncal entre los conocimientos y más importante aún para las habilidades que debe tener un ingeniero. Es el tema de los circuitos eléctricos, misma que debe impartirse con una planeación muy bien elaborada, la cual debe ir más allá de simplemente organizar un manual de prácticas de laboratorio y hacer unos problemas que ejerciten el intelecto matemático y el manejo de la teoría convencional de circuitos.

En relación al origen de las ramas de la ingeniería de avanzada de las cuales una de sus misiones es enfocarse hacia la innovación, la enseñanza de temas como los circuitos eléctricos en la formación de ingenieros de vanguardia, deberá por tanto también dirigirse hacia la innovación, so pena de solo formar personal operativo y sin creatividad.

Considerando que los planes y programas de estudio en ingeniería en algunos casos más en otros menos, se observan a grandes rasgos los siguientes temas en la docencia de los circuitos eléctricos y a si mismo también las herramientas con las que se imparten dichos temas:

- **Circuitos de Corriente Directa.** En este tema de los circuitos eléctricos, se les enseña a los aspirantes a ingenieros la naturaleza de la corriente eléctrica y el cuidado que deben tener ellos de sí mismos al manejar este tipo de energía, sobre todo para la gente de eléctrica de potencia y de la ingeniería en energía, quienes deben trabajar en campo ejerciendo la profesión, tanto con altos voltajes, como con altas corrientes, de igual forma se les debe introducir en los teoremas básicos para el análisis de nodos y el de mallas, la ley de ohm, la ley de watt, divisor de tensión, el divisor de intensidad o corriente, los teoremas de Thevenin y Norton y así como la transformación de fuentes, la gran ventaja de empezar todo ello practicado en corriente directa es que es mucho más fácil entenderlo y explicarlo que en corriente alterna.

Aunado a ello, se deberá enseñar la matemática inherente al cálculo en circuitos eléctricos con Algebra computacional, ya sea mediante paquetes computacionales del tipo gratuito, de libre adquisición o del tipo privativo. Respecto a ello, podría ocuparse una alternativa muy eficiente y con mucho respaldo en cuanto a tutoriales y además de libre adquisición como lo es Wx máxima, o en su caso también Yacas, por otro lado y de parte de las alternativas privativas y de costo accesible está MAPLE, MATHCAD, MATHEMATICA. Con ello se adiestrará a los alumnos en la habilidad del cómputo científico. De igual forma es necesario tanto recrear los circuitos y hacer las mediciones correspondientes en la placa de montaje de circuitos (protoboard). Como la realización de simulaciones en algún software de circuitos eléctricos. Tanto las empresas PSIM como MULTISIM y PROTEUS, ponen a disposición de los estudiantes versiones reducidas de sus simuladores para uso académico, ver figura 1.

- Circuitos de Corriente alterna. En este tema, los aspirantes, se adentran a temas muy similares que en el rubro anterior, respecto a las leyes de ohm, watt, leyes de Kirchoff, análisis de mallas y de nodos, teoremas, salvo porque ahora trabajan con fasores que representan las magnitudes y los desfases entre las ondas senoidales de la CA. Debido a la dificultad inherente al manejo matemático de los fasores en vez de magnitudes de CD, el empleo de algebra computacional es mucho más necesario tanto para realizar las operaciones correspondientes, como para graficar los fasores y verificar procedimientos. De igual forma en este tema de los circuitos en CA. Es muy necesario verificar con software de simulación lo realizado en clase. De igual forma se debe recurrir al laboratorio para realizar mediciones y conexiones en corriente alterna, ver figura 1.
- **Circuitos de corriente alterna en régimen no senoidal.** El tratamiento de este tema ciertamente no es tan nuevo, pero ha cobrado una gran trascendencia en los últimos 20 años, ya que ha proliferado la cantidad de cargas de naturaleza no lineal, por otro lado, la gente que imparte catedra del área de electrónica de potencia y convertidores avanzados de potencia piden que desde los temas de circuitos eléctricos los estudiantes vengán capacitados en el tratamiento de este tema y que además sepan utilizar algebra computacional juntamente con simuladores de circuitos que hagan análisis de Fourier y puedan asimismo calcular distorsión armónica total entre otros temas que aparecen trabajando con fuentes de corriente alterna no sinusoidal, ver figura 1.
- **Potencia eléctrica y su nueva configuración.** Para este tema, además de los temas convencionales respecto al cálculo de potencia real, aparente y reactiva, se añade un componente adicional debido justamente al trabajar con fuentes trifásicas y monofásicas no sinusoidales como lo es la potencia de distorsión. De igual forma y como se hacía en el pasado se deberá ejercitar al aspirante en el cálculo Por lo que todas las herramientas de ingeniería que han venido aprendiendo en esta unidad de aprendizaje, se utilizan nuevamente acá, dado que se requiere calcular, tanto a mano, como con Algebra computacional y adicionalmente realizar modelado y simulación digital y realizar montaje de laboratorio para poder contrastar lo visto en la parte teórica con la parte práctica.

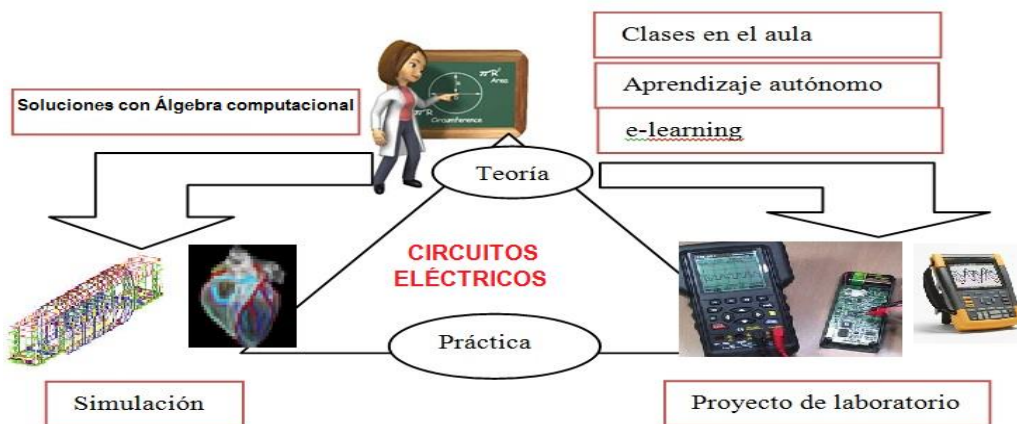


Figura 1 Herramientas para la docencia de circuitos eléctricos en esta nueva Era.  
**Estrategia de implementación**

Para la impartición de los temas anteriores existe una cierta dependencia de la infraestructura que se tenga en los laboratorios en la facultad o escuela de ingeniería pero, independientemente de que ésta sea escasa o amplia, existe todavía una más amplia dependencia para la impartición de la misma, la dependencia de una estrategia docente, como se mencionó al inicio del marco teórico, que ayude a conjuntar no solo el trabajo de laboratorio, sino además de éste; el trabajo en equipo, el trabajo extra clase, conjuntamente de otras herramientas complementarias algunas que en el pasado cercano no se tenían, como lo es, la distribución del material de clase por medio de las modernas presentaciones de clase magistral o también de las notas complementarias del curso que gracias a las redes sociales o a las plataformas en línea de las páginas web de las universidades pueden distribuirse del profesor hacia los alumnos sin tener que gastar en hojas y fotocopias como en el pasado cercano se hacía.

Hasta este punto es necesario mencionar y pormenorizar cada una de estas actividades que se utilizan en la actualidad y además las que en un momento dado pueden ayudar algunas más que otras, respecto a los recursos económicos y de infraestructura con que se cuente para la docencia considerando que la mejor manera de formar a estos ingenieros es desde el punto de vista de la multiplicidad de medios o herramientas para ir atacando la multiplicidad de formas de aprendizaje que existen entre los estudiantes de ingeniería.

Debido a que tenemos alumnos que aprenden mejor escuchando o los que aprenden más conectando y haciendo con las manos, (los kinestésicos). O los que aprenden mejor programando y resolviendo, etc. debido a ello se explica cada uno de los siguientes medios o herramientas.

**Las clases magistrales en el aula**, mismas que deben ser apoyadas con presentaciones, de paquetes de office, ya sea office libre o privativo, las cuales deben de contener animaciones de la operación de las máquinas eléctricas. Estas mismas presentaciones deberán estar disponibles en red, ya sea en las páginas de la universidad, o en la página del profesor el cual debe ponerlas a disposición de los alumnos ya sea por medio de un disco compacto o a través de las redes sociales, como Facebook o realizar canales de Youtube (Aguilar 2009).

**Aprendizaje autónomo y e-learning.** Este mismo se lleva a cabo desde el momento en que el alumno al disponer de la información referida en el apartado anterior, vale considerar que la clase magistral no solo suministra información, sino también datos y además de saberes que no son posibles poner en presentaciones y/o en hojas que describan el funcionamiento de las máquinas eléctricas, por lo que estas dos primeras formas son complementarias. Además en esta parte teórica también deben resolverse en primera instancia problemas que habiliten al alumno en el cálculo y selección de soluciones, los cuales pueden salir de alguno de los libros de texto en el tema, Ibíd.

Juntamente con la habilitación del alumno en el cálculo matemático necesario para la solución de circuitos o redes eléctricas, este cálculo puede hacerse de forma tradicional (manual), pero mejor aún, deberá ya procurar realizarlo con paquetes computacionales, de algebra computacional, como ya se había mencionado antes, tal que con el cambio de datos, al programar este cálculo se logre con ello el ajuste tal que se tenga una salida en función de las entradas del programa, ver figura 2.

Ello por medio de algebra computacional, misma que para aprenderla solo falta ver y realizar algunos ejercicios, de los cuales puede encontrar una buena cantidad ya de tutoriales en canales de Youtube logrando tener una herramienta, de cálculo permanente, siendo el álgebra simbólica o computacional una de las herramientas de cálculo más eficientes de cara hacia la Industria 4.0.

Diferentes autores entre ellos (Aguilar 2009) Promueven paquetes computacionales de algebra simbólica; los cuales permiten la programación del cálculo no solo de circuitos eléctricos, sino también programar y realizar cálculos más complejos de electrónica de potencia y de redes eléctricas y líneas de transporte de potencia eléctrica, entre otros temas, para tales cálculos se pueden usar: MATHCAD, MAPLE, MATHEMATICA, WXMAXIMA, DERIVE, YACAS, etc., ver figura 2.



Figura 2 Símbolos de diversos paquetes de álgebra computacional.

Aunado a lo anterior con estos paquetes computacionales permiten también graficar variables eléctricas, variables de entrada y de salida, señales de control, señales que deseen ser observables etc. Además de ser utilizados en los temas correspondientes al cálculo y selección de componentes eléctricos, también estos programas son útiles en el análisis matemático y en la expresión gráfica al observar la respuesta de los circuitos ante las cargas, todo ello muy necesario desde la perspectiva del diseño detallado en ingeniería.

Las demás herramientas computacionales que deben emplearse en esta renovada docencia de los circuitos eléctricos son los procesadores de textos y las presentaciones de la clase magistral, ambas constituyen ahora las notas de clase, juntamente con los problemas resueltos en la misma. Así mismo en la planeación didáctica de ésta asignatura, debe elegirse cuidadosamente la cantidad de prácticas de laboratorio y de simulación y cálculo en álgebra computacional y la complejidad de los mismos.

### Habilitación en el laboratorio.

En el caso específico de los ingenieros en energía se le busca dar un peso mayor al trabajo referente al cálculo en el laboratorio de cómputo usando álgebra computacional y también de simulación usando paquetes computacionales de simulación, mismo que puede ser tanto privativo como de libre distribución, por lo cual nos hemos planteado las siguientes prácticas de laboratorio:

- Introducción al software de simulación de circuitos eléctricos
- Introducción al software de álgebra simbólica computacional
- Mediciones eléctricas, resistencia, tensión, intensidad y uso de la placa de pruebas
- Circuitos en Serie y Paralelo
- Análisis de circuitos en mallas y nodos, en software de simulación y álgebra simbólica
- Transformación de fuentes en software de simulación y en álgebra simbólica
- Superposición en los circuitos, en simulación y en álgebra simbólica computacional
- Simulación de circuitos en corriente alterna y observación de variables.
- Cálculo de parámetros en circuitos en corriente alterna con álgebra simbólica computacional
- Simulación con cargas inductivas y capacitivas en CA y solución en álgebra simbólica computacional
- Creación de diagramas fasoriales en software y en álgebra simbólica computacional
- Medición de fasores, armónicos e índices de calidad de suministro de fuentes no senoidales
- Cálculo de coeficientes de Fourier
- Cálculos de potencia en circuitos con fuentes no senoidales y cargas no lineales en software
- Conexión de circuitos trifásicos
- Cálculos de parámetros de circuitos trifásicos
- Medición de potencia eléctrica en circuitos trifásicos



### Conclusiones.

En este trabajo, se muestra una diversidad de herramientas que pueden ayudar a mejorar ampliamente la docencia de los circuitos eléctricos en los albores del siglo XXI.

Con ellas se puede avanzar más rápidamente y asimismo realizar cálculos más complejos y más prolongados, dadas las herramientas avanzadas que actualmente se disponen. Entre ellas el álgebra computacional, el software de cálculo numérico que aunque en este trabajo no se promueve puede ser muy útil en algunas ocasiones y para algunas circunstancias. De igual forma el uso de simuladores ayuda también pero no sustituye la capacidad de análisis y el saber hacer, habilidades que no son posibles suplir con herramientas computacionales.

Son insustituibles en la habilitación de los ingenieros en ciernes el trabajo manual en el laboratorio, el conexionado y medición real en circuitos eléctricos, el saber cómo medir y que se está midiendo, y la interpretación de los resultados. Y muy importante aún, la seguridad inherente al manejo de energía eléctrica de alta tensión y/o alto amperaje.

### Referencias bibliográficas

Aguilar J.D. (2009). "Asignatura tecnológica en el campus virtual andaluz: algunos resultados y mejoras planteadas", II Foro Interuniversitario de buenas prácticas en teleformación del Campus Andaluz Virtual, Vol. 1, Núm. 2

Aquino R.J.A., Fernández N.C., Corona R.L.G. (2019) "Modelado y simulación de la operación del motor serie con diferentes tensiones de alimentación". Revista Pistas Educativas ISSN: 2448-847X. Publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México, dependiente de la SEP, a través del Instituto Tecnológico de Celaya.

Aquino R.J.A., Fernández N.C., Corona R.L.G. (2015). "La docencia de la Electrónica de Potencia con renovadas herramientas para la formación de mecatrónicos". Publicado por la Revista de ciencia e ingeniería del instituto tecnológico superior de Coatzacoalcos Año 2, No. 2, Enero-Diciembre 2015 pp. 30-36. ISSN: 2395-907X.

Aquino R.J.A., Fernández N.C., Corona R.L.G. (2016). "Propuesta de monitoreo de la calidad de la energía generada en planta solar fotovoltaica". Publicado por la Revista de ciencia e ingeniería del instituto tecnológico superior de Coatzacoalcos Año 3, No. 3, Enero-Diciembre 2016 pp. 54-59. ISSN: 2395-907X.

Aquino R.J.A., Fernández N.C., Corona R.L.G. (2019). La eficiencia en el cálculo en ingeniería de cara al futuro (una revisión histórica). Presentado en el XX Simposium Internacional: "Aportaciones de la universidad a la docencia, la investigación, la tecnología y el desarrollo, del 25 al 27 de septiembre del 2019 ESIQIE IPN México D.F

Aquino R.J.A., Fernández N.C., Corona R.L.G. (2017). Medios tecnológicos en la docencia de máquinas eléctricas para ingenieros mecatrónicos y de control automático. Presentado en el XVIII Simposium Internacional: "Aportaciones de la universidad a la docencia, la investigación, la tecnología y el desarrollo, del 13 al 15 de noviembre del 2017 ESIQIE IPN México D.F.

Eguíluz M. L. I. 2005. Circuitos en Régimen No-Sinusoidal. Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria – España, p. 1-55.

Eguíluz M. L. I. 2001. Flujo de potencias en régimen no sinusoidal. Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria – España,

### Agradecimiento

Los autores agradecen a la SIP del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido para la realización de este trabajo el cual es parte del proyecto de investigación registro SIP No. 20195720.

# Info-Twitter: una aplicación para extracción de datos

Jesús Arámburo-Lizárraga<sup>1</sup>

**Resumen**—El presente artículo muestra las características e importancia que tienen los sitios de redes sociales en general, conjuntamente se propone Info-Twitter, una aplicación hecha en Python que muestra la ventaja de usar *Scraping* de manera legal para extraer datos generados de la red social. Los datos muestran información relevante a las publicaciones (*tweets* o *tuits*) realizadas por los usuarios de Twitter, como son: la descripción, el número de veces que ha gustado, el número de veces que se ha compartido, entre otros datos, es importante destacar que Info-Twitter realiza la generación automática de 3 tipos de archivos de datos con la información de: 1) las publicaciones de usuarios, 2) tendencias sobre temas de interés, y 3) búsqueda de palabras. Particularmente, Info-Twitter realiza una extracción de datos en las publicaciones de usuarios de 3200 *tuits*, ya que es el límite de la categoría estándar que permite Twitter para los desarrolladores.

**Palabras clave**—redes sociales, desarrollo, aplicaciones, Python.

## Introducción

En la actualidad, el uso de las redes sociales es indispensable para mostrar actividades adicionales como lugares que se visitan, reuniones con amigos y familiares, o simplemente posar para una foto, es decir, una red social se ha convertido en una continuidad de la vida de cualquier persona, con imágenes y videos llenos de situaciones presentes en la vida diaria, también es posible realizar comentarios para ciertas tendencias como eventos de espectáculos, políticos y académicos, que se presentan en la sociedad. Las redes sociales permiten a un grupo de personas (ya sea conocidos o extraños) poder comunicar e intercambiar ideas y formas de pensar para interrelacionarse de una manera digital, por lo tanto, constantemente se generan datos, donde un usuario puede opinar y comentar si les gusta o no cierto tipo de publicación, o simplemente observar la información que publican los usuarios.

Boyd y Ellison (2007) definen que “los sitios de redes sociales son servicios basados en la web que permiten a los individuos (1) construir un perfil público o semi-público dentro de un sistema delimitado, (2) enunciar una lista de otros usuarios con los que comparten una conexión, y (3) ver y cruzar su lista de las conexiones y las hechas por otros individuos dentro del sistema. La naturaleza y la nomenclatura de estas conexiones pueden variar de un sitio a otro”.

Se crea una red de comunicación, lo ideal es entre personas vinculadas por algún interés (amistad, familiar, deportivo, intelectual, etc.) para poder relacionarse considerando las políticas de privacidad establecidas y delimitadas por la compañía de la red social. Para ingresar, se necesita alguna interfaz, generalmente un sitio web en alguna computadora, o una aplicación móvil mediante un teléfono inteligente o tableta. La red social puede ser vista como un engrandecimiento de la vida real, más no un reemplazo de la vida personal.

Clement (2019) menciona que “en 2018 el uso promedio diario de las redes sociales de los usuarios de Internet en todo el mundo ascendió a 136 minutos por día, frente a los 135 minutos del año anterior”.

Existen muchas redes sociales, sin embargo, eBizMBA (2019) menciona un artículo que publica los 15 sitios principales, donde aluden que los cuatro principales son: Facebook, YouTube, Instagram y Twitter.

En este artículo se aborda la red social de Twitter, la cual está enfocada a mensajes cortos de textos (hasta 280 caracteres) para dar alguna opinión personal sobre algún tema, la publicación que un usuario genera se llama *tweet* o *tuit*, y puede tener enlaces a noticias, imágenes, videos, el objetivo es estar al pendiente de los eventos relevantes dentro de una sociedad, desde el punto de vista de usuario existen el concepto de seguidores, que son aquellas personas que siguen al usuario y el concepto de siguiendo, que son las personas a las que sigue el usuario.

Existen muchos datos que pueden ser utilizados para algoritmos de aprendizaje automático. Simeone (2018) menciona que “un enfoque de aprendizaje automático sustituye el paso de adquirir conocimiento de dominio con la tarea de recolectar una cantidad suficientemente grande de un número de ejemplos de comportamiento deseado para algún algoritmo de interés”. Una de las técnicas para extraer datos de manera automática que ha tenido mucho impacto es la llamada *Web Scraping* la cual puede extraer la página completa para su análisis e ir conociendo los elementos específicos, por ejemplo, revisar las etiquetas en HTML (*HyperText Markup Language*) de una página

<sup>1</sup> Jesús Arámburo-Lizárraga es Profesor del Departamento de Sistemas de Información en la Universidad de Guadalajara, en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). jaramburo@ucea.udg.mx (autor corresponsal)

obteniendo sus componentes para su evaluación, por lo que siempre hay que consultar los términos legales de servicio que tiene cada sitio web o red social.

Williams (2018) menciona que un software de *Web Scraping* carga automáticamente varias páginas web una por una y extraerá datos, según los requisitos. Está construido para un sitio web determinado, en función de un conjunto de parámetros, pero realizando las modificaciones correspondientes, pueden funcionar para cualquier sitio web y con un clic de un botón, se pueden guardar fácilmente los datos disponibles de un sitio web en un archivo local. Por lo tanto se pudiera usar esta técnica para extraer los datos utilizando la dirección de internet del usuario en la red social, sin embargo, copiar o extraer datos de manera manual puede llevar días y semanas, *Web Scraping* es una técnica para automatizar este proceso.

Singrodia et al. (2019) mencionan que *Web Scraping* puede conocerse por otros términos, por ejemplo: *Screen Scraping*, *Web Data Extraction* y *Web Harvesting*, y es un procedimiento automático de extracción de datos web en lugar de realizar copias manuales de los mismos. Es una técnica que replica datos significativos del código HTML de los sitios web, por lo que se extraen datos, acorde a las etiquetas utilizadas del código y se almacena su información en una base de datos local o archivos de hojas de cálculo. Existen muchas formas de aprovechar estos datos, por ejemplo, *Big Data* asociado con el manejo de grandes volúmenes de datos, o *Business Intelligence* relacionado con el manejo de información transformada en conocimiento para las empresas.

Este trabajo propone Info-Twitter, una aplicación que permite utilizar la información organizada por la red social Twitter para generar volúmenes de datos, es importante enfatizar que la red Twitter (2019) establece en sus términos de uso, en la sección Uso de los Servicios que “el *Scraping* de los Servicios sin el consentimiento previo escrito de Twitter está expresamente prohibido”, por lo tanto para este trabajo se presentó la solicitud a Twitter para ser desarrollador de la plataforma y crear el proceso de extracción de la información para fines estrictamente académicos y de investigación.

### **Características de las Redes Sociales y Extracción de Datos**

Para poder publicar en una red social se requiere tener un usuario, donde se toma en consideración un registro donde se llenaron datos personales mediante un formulario, por ejemplo: nombre, apellidos, correo electrónico, fecha de nacimiento, sexo, entre otros, una vez que se ha validado la información por medio del correo electrónico (o también puede ser por número de celular), es posible ingresar a la red social para poder ver las publicaciones de los usuarios que tienen perfiles públicos y también empezar a realizar publicaciones con el usuario registrado, es importante comentar que la veracidad o falsedad de los datos de ingreso se deja a consideración del usuario.

Es posible navegar en los perfiles públicos de los usuarios dentro de las redes sociales, ya que la información que publica queda expuesta en las redes, si se quiere tener un acceso restringido se debe configurar las opciones de privacidad que cada red social maneja para establecer los límites de las publicaciones.

A continuación, se observa algunas de las características destacadas que un usuario puede compartir en una red social, considerando algunos términos específicos para la red social Twitter:

a) Perfil de Usuario: muestra detalles personales del usuario de la red social, entre dichos datos se encuentran: lugares donde ha trabajado el usuario, estudios académicos, foto de perfil, entre otros datos.

b) Lista de seguidores: las personas que siguen al usuario.

c) Lista siguiendo: las personas a las que el usuario sigue.

d) Publicación: el usuario crea un mensaje (*tweet*) o tuit, para todos sus amigos (o seguidores), que puede tener alguna foto o vídeo, y quiere compartir datos sobre algún evento o pensamientos relacionados a su estado de ánimo, también puede compartir la ubicación de donde se encuentra, entre otras actividades dependiendo de la red social, dicha publicación puede ser pública para todos sus amigos o seleccionar un conjunto de ellos.

e) Compartir una publicación: el usuario revisa una publicación y puede reenviar (*retuitear*) esta publicación a su lista de seguidores, siempre respetando al autor original, si se desea se puede agregar algún comentario.

f) Enviar mensajes privados: dependiendo de la configuración de privacidad establecida por los usuarios, se decide si se reciben mensajes de cualquier usuario siendo seguidor o no.

g) Gusto de las Publicaciones: además del texto de la publicación se puede indicar si te gusta la publicación.

h) Configuración y Privacidad de la cuenta: en este apartado el usuario puede incorporar su nombre, su correo y datos de configuración de contraseña, entre otros, además se ofrece al usuario la posibilidad de determinar qué tan público es su perfil y sobre todo controlar la información mostrada a su lista de seguidores, o a todos los usuarios de la red social, también se puede tener información sobre usuarios bloqueados.

i) Búsqueda: es una funcionalidad que permite explorar perfiles de usuarios o publicaciones con respecto al algún tema o nombre de usuario en específico.

j) Tendencias: temas actuales de interés (*trending topics*) que generan mayor cantidad de palabras o frases de las publicaciones de los usuarios de la red, dichos temas pueden ser relacionados por área geográfica o globalmente.

Desde el punto de vista de tecnología y desarrollo se pueden crear aplicaciones para guardar este tipo de información mediante hojas de cálculo o bases de datos, información que puede ser utilizada para un análisis posterior. En la figura 1, la cual es adaptada tomando como referencia a Williams (2018) y Vela et al. (2019), muestra el proceso base de *Web Scraping* para extraer datos de sitios web, lo cual involucra una fuente de datos (sitio web) para recuperar datos en formato HTML/XML, luego se analiza los datos utilizando técnicas de *Scraping* y finalmente almacenarlos en un destino (el cual puede ser bases de datos, o archivos CSV-*Comma Separated Values*-, entre otros tipos de formatos). Es posible repetir este proceso en todos los sitios web que se requiera, siempre y cuando no infrinja en los términos de uso de los sitios.

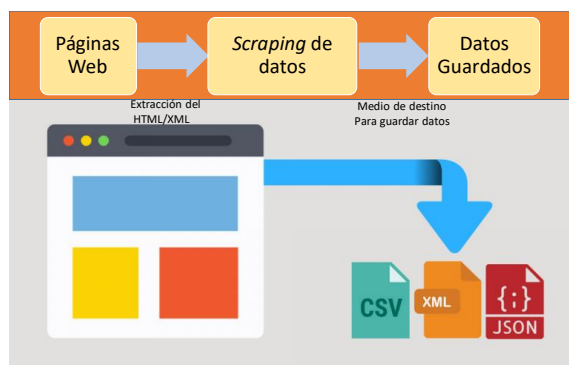


Figura 1. Proceso de *Web Scraping*, imágenes combinadas de Vela et al. (2019) y Williams (2018)

El control de información y uso de las redes sociales es muy importante para cualquier usuario y para la utilización que se le suministre a la red social, por lo que a continuación se describen dos elementos importantes de las redes sociales: Privacidad y Seguridad.

La información revelada debido al perfil de usuario permitirá conseguir más seguidores, cómo es el caso de las figuras públicas. En Chen y Shi (2009) se habla de que la relación entre la privacidad y el uso de sitios de redes sociales es sutil, donde existen casos en que los usuarios desean mostrar información personal solamente a un grupo reducido de amigos, familia, y no a extraños, y existen casos en que los usuarios desean revelar determinada información personal a extraños.

Debido a que es posible conocer datos relacionados con la ubicación de la persona, Gross y Acquisti (2005) sugieren que la información que se proporciona en este tipo de redes puede ser muy extensa e íntima y se pudiera generar riesgos que van desde el robo de identidad en línea, hasta realizar acoso.

La popularidad de las redes sociales se ha incrementado en los últimos años y tener ajustes adecuados de seguridad, Dinerman (2011) menciona que pueden ser utilizadas para la creación de redes profesionales de trabajo colaborativo y la búsqueda de empleo.

Al momento de tener un dispositivo móvil o alguna computadora conectada a Internet y además estar conectados en una red social, López (2010) recomienda evitar accesos locales al equipo por parte de personas no deseadas, por eso hay que tener cuidado si el equipo que está utilizando es compartido y si se presta por un periodo de tiempo considerable, desconectarse de las redes sociales sería una buena opción.

Ya se comentó previamente que Twitter es una de las redes sociales ubicadas en una lista dentro de las 4 más importantes, por lo tanto, se generan una gran cantidad de datos por segundo. En Doshi et.al., (2017) mencionan que Twitter tiene un gran número de usuarios como plataforma universal para difundir noticias, compartir artículos y establecer comunicación social con otras personas a nivel mundial, ellos proponen TweetAnalyzer, un sistema para extraer publicaciones en tiempo real y datos para representar las tendencias de Twitter y usuarios activos.

A continuación, tomando como referencia lo mencionado se presenta la propuesta de Info-Twitter, una aplicación que permite extraer datos relacionados con usuarios de la red social, esta propuesta es totalmente con fines de investigación, sin utilizar algún usuario en particular, los archivos generados son guardados con extensión CSV, ya que son prácticamente datos puros que pueden analizarse de forma rápida con programas o algoritmos de aprendizaje automático, además de generarse gráficas fácilmente. Info-Twitter conjunta tres métodos mediante una interfaz gráfica que permite de manera automática tener archivos relacionados a usuarios, tendencias y búsqueda de

información por temas. Para el desarrollo de la aplicación se solicitó una cuenta de Twitter con perfil desarrollador para hacer la extracción de información y de esta forma no infringir en los términos de uso de la red social.

### La Aplicación de Info-Twitter

En la figura 2, se observa la propuesta para realizar *Scraping*, sin considerar Web, un cambio de la propuesta en la figura 1, y que para Info-Twitter considera la red social en particular y al ser desarrollador de la plataforma se obtiene acceso a una API (Application Programming Interface) que son un conjunto de funciones y servicios proporcionados por Twitter para extraer datos de la red social y hacer uso de sus servicios. Los datos extraídos son almacenados en esta primera versión en archivos CSV, es importante destacar que se usa la API Estándar de Twitter, la de acceso gratuito, si se requiere mayor acceso existen las versiones de API Premium o API Empresarial.

En la figura 3 se presentan las 3 funciones principales que se pueden ejecutar en Info-Twitter:

1. Usuarios: representa una generación de datos considerando las publicaciones de los usuarios en Twitter, con la sintaxis de: @usuario1 @usuario2 @..., para que finalmente se genere un límite aproximadamente de 3200 tuits para el historial de un usuario acorde a la API Developer Twitter (2019), los datos que se guardan en el archivo generado son: 1. Creación de la publicación (tuit), 2. Descripción de la publicación, 3. Número de veces que se ha Retuiteado la publicación, 4. Números de veces que ha gustado la publicación, 5. Se verifica si es un tuit propio (con valores de falso o verdadero), 6. El número de veces que se le ha dado 'Me gusta' si es un Retuit, y 7. Si la publicación tiene un enlace a una dirección de internet en el formato de https://...
2. Tendencias: representa una generación de datos de las tendencias dando un país en específico, extrayendo hasta un total de 50 tendencias acorde a API Developer Twitter (2019), el código del país está basado en número WOEID (Where On Earth ID), considerando el número 1 para tendencias Globales, los datos que se guardan en el archivo generado son: 1. El código del país (WOEID), 2. El texto de la tendencia, 3. Si existe un volumen respecto al número de veces publicaciones (tuits) que se han asociado a la tendencia, y 4. La fecha en la que se consultó la tendencia.
3. Palabras: representa una generación de datos realizando una búsqueda específica considerando los parámetros: a) la(s) palabra(s) a buscar, b) el idioma (inglés o español) y c) si considera las publicaciones que se han Retuiteado, generando un archivo con datos en 8 columnas: 1. Creación de la publicación (tuit), 2. Descripción de la publicación, 3. El usuario que escribió la publicación, 4. El nombre de usuario que registró, 5. Número de veces que se ha Retuiteado la publicación, 6. Número de veces que se ha dicho 'Me gusta', 7. Se verifica si es un tuit propio (con valores falso o verdadero), y 8. El número de veces que se le ha dado 'Me gusta' a ese Retuit. La API de búsqueda de Twitter en la versión estándar realiza una exploración de publicaciones recientes considerando un historial de los últimos 7 días.

En la figura 4 se observa la interfaz de usuario de Info-Twitter, la cual permite la extracción automática de los datos considerando las funciones explicadas anteriormente, la interfaz muestra las 3 pestañas con las opciones de: a) Datos de Usuarios, b) Tendencias y c) Búsqueda.

La aplicación de Info-Twitter y la interfaz de usuario son desarrolladas en el lenguaje de Programación Python, junto con una serie de herramientas que se muestran en la figura 5: a) Twitter API que permite crear la aplicación para tener el acceso a los datos como desarrollador, para poder aplicar, ir a API Developer Twitter (2019), es importante destacar que la autenticación de Twitter se realiza con OAuth y Tweepy, b) OAuth (2019) es el protocolo que permite una autorización estándar segura desde diferentes aplicaciones, c) Tweepy (2019) es un contenedor que permite el acceso a la API de Twitter de manera rápida escrita en Python, Tweepy intenta hacer que la autenticación sea lo más transparente posible. Para que funcione el proceso fue necesario registrar previamente la aplicación en Twitter, la cual genera claves, relacionadas con el usuario y con la aplicación, d) PyQt5 (2019), es un desarrollo en Python para Qt, donde Qt es un conjunto de bibliotecas que implementan API de alto nivel para acceder a muchos aspectos de los sistemas modernos de escritorio y móviles y para este artículo se utilizó para crear una interfaz de usuario, e) CSV (2019) es el formato de importación y exportación más común para hojas de cálculo y bases de datos, f) JSON (2019) es un formato de intercambio de datos inspirado en la sintaxis literal de objetos JavaScript, todas estas plataformas incorporadas en Anaconda (2019), la cual proporciona las herramientas necesarias para recopilar datos de archivos, bases de datos e implementar modelos de inteligencia artificial y aprendizaje automático rápidamente, una de las herramientas que trae Anaconda y usadas para este artículo fue Spyder, el cual es un poderoso ambiente científico desarrollado en Python.

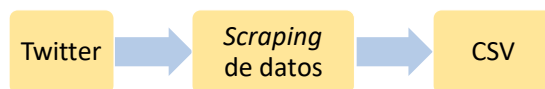


Figura 2. Proceso de extracción de datos de Info-Twitter



Figura 3. Entradas – Salidas de Info-Twitter

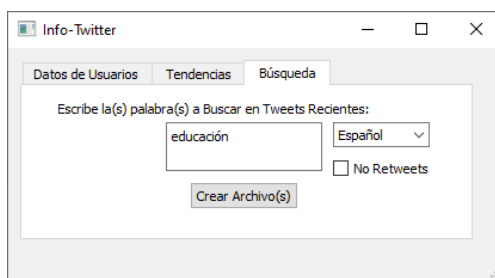
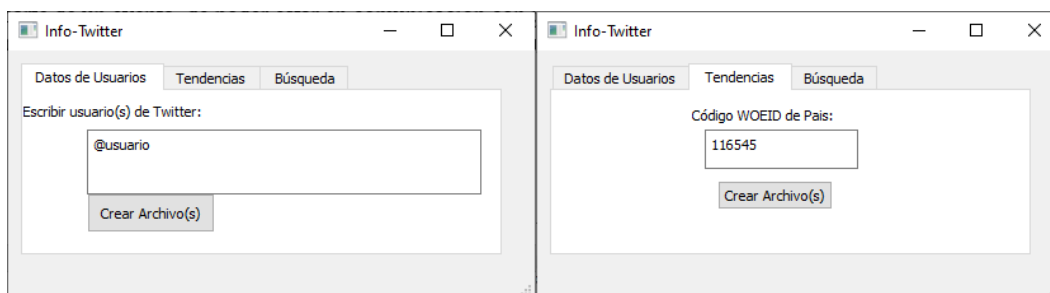


Figura 4. Interfaz Gráfica de Info-Twitter

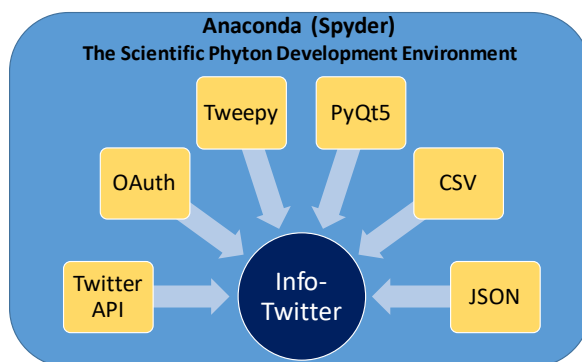


Figura 5. Plataformas utilizadas para el desarrollo de Info-Twitter

### Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se mostró la importancia de las redes sociales, ya que son parte de la vida de cualquier persona en la actualidad, donde es común publicar información de todo tipo, accediendo a ellas mediante un sitio web o alguna aplicación para dispositivos móviles. La información que podemos encontrar en las redes sociales es infinita, se enfocó en el uso de Twitter por la gran cantidad de publicaciones que se generan por segundo, y se propuso Info-Twitter como una herramienta que genera de manera automática grandes volúmenes de datos, una aplicación hecha en Python, que permite en esta primera etapa guardar archivos relacionados con las publicaciones de determinados usuarios de Twitter, guardar las tendencias sobre los temas importantes que destacan la mayoría de los usuarios, ya sea globalmente o por zonas geográficas, y finalmente hacer búsquedas relacionadas con alguna palabra o frases en las publicaciones. Info-Twitter seguirá creciendo con diferentes versiones para utilizar dichos

datos en algoritmos de aprendizaje automático y de esa manera establecer las relaciones entre los datos que han sido almacenados.

### Referencias

Anaconda. “Anaconda,” Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de internet: <https://www.anaconda.com/>.

API Developer Twitter. “Docs - Twitter Developers,” Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de internet: <https://developer.twitter.com/en/docs>.

Boyd D. M., y N. B. Ellison. “Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship,” *Journal of Computer-Mediated Communication*, Vol. 13, No. 1, 2007.

Clement J. “Daily time spent on social networking by internet users worldwide from 2012 to 2018,” Statista, Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de internet: <https://www.statista.com/statistics/433871/daily-social-media-usage-worldwide/>.

CSV. “CSV File Reading and Writing,” Consultado por internet en Octubre 2019. Dirección de internet: <https://docs.python.org/2/library/csv.html>.

Chen S.y S. Shi. “A Literature Review of Privacy Research on Social Network Sites,” *International Conference on Multimedia Information Networking and Security (MINES '09)*, 2009.

Doshi Z., S. Nadkarni, K. Ajmera y N. Shah. “TweetAnalyzer: Twitter Trend Detection and Visualization,” *Third International Conference on Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA)*, 2017.

Dinerman, B.. “Social networking and security risks,” *GFI White Paper*, Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de internet: <https://www.gfi.com/media/files/gfi/media/products/webmonitor/whitepapers/social%20networking%20and%20security%20risks.ashx>

eBizMBA. “Top 15 Most Popular Social Networking Sites & APPs | September 2019,” Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de internet: <http://www.ebizmba.com/articles/social-networking-websites>.

Gross, R., y A. Acquisti. “Information Revelation and Privacy in Online Social Networks (The Facebook Case),” *The 2005 ACM Workshop on Privacy in the Electronic Society (WPES)*, 2005.

JSON. “JSON encoder and decoder,” Consultado por internet en Octubre 2019. Dirección de internet: <https://docs.python.org/3/library/json.html>.

López, W. J. “Monográfico: Seguridad en Internet,” Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de Internet: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/805-monografico-seguridad-en-internet>, 2010.

OAuth. “OAuth Community Site,” Consultado por internet en Octubre de 2019, Dirección de internet: <https://oauth.net/>.

PyQt5. “PyQt5 5.13.1,” Consultado por internet en Octubre de 2019, Dirección de Internet: <https://pypi.org/project/PyQt5/>.

Simeone, O. “A Very Brief Introduction to Machine Learning With Applications to Communication Systems,” *IEEE Transactions On Cognitive Communications and Networking*, Vol. 4, No. 4, 2018.

Singrodia V., A. Mitra y P. Subrata. “A Review on Web Scrapping and its Applications,” *International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI -2019)*, Jan. 23 – 25, 2019.

Tweepy. “An easy-to-use Python library for accessing the Twitter API,” Consultado por internet en Octubre 2019. Dirección de internet: <https://www.tweepy.org/>.

Twitter. “Twitter Términos de servicio,” Consultado por internet en Octubre de 2019. Dirección de internet: <https://twitter.com/es/tos>.

Vela B., J. M. Cavero, P. Cáceres y C. E. Cuesta. “A Semi-Automatic Data-Scraping Method for the Public Transport Domain,” *IEEE Access*. Páginas 105627-105637. Vol. 7, 2019.

Williams, J. “What is Web Scrapping?,” Consultado por internet en Octubre 2019, Dirección de internet: <https://www.promptcloud.com/blog/what-is-web-scraping/>. Publicado el 17 de Julio de 2018.

# Eye Tracking: Una nueva herramienta para el marketing

Ing. Claudio Edivaldo Araujo Alonso<sup>1</sup>, Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo<sup>2</sup>,  
Dr. Daniel Hernández Soto<sup>3</sup>, MGA. Alicia Casique Guerrero<sup>4</sup>

**Resumen** — La presente investigación es de tipo exploratoria, forma parte de un estudio más amplio, tiene como efecto examinar una herramienta de mercadotecnia denominada “Eye Tracking” que empieza a tener auge reciente, por lo cual resulta relativamente poco estudiada y servirá para ampliar el conocimiento relacionado con la evolución del marketing digital, el cual se continúa desarrollando de manera acelerada desde su concepción hasta nuestros días. Se hace una identificación y análisis de sus ventajas y desventajas de su aplicación, permitiendo generar conocimiento sobre su uso, para obtener estrategias de marketing vanguardistas que resulten económicamente accesibles y poder aprovecharlas como ventaja competitiva para las marcas de ropa emergentes.

**Palabras clave**—eye tracking, estrategias de marketing, evolución del marketing.

## Introducción

Internet ha ocasionado un cambio radical y continuo en la forma en la que las personas interactúan, a partir de la web 2.0 se ha observado el fenómeno de personalización de los diferentes contenidos que las empresas muestran y una sobresaturación de información, lo cual permite a las organizaciones convertirse en el centro de atención. Hoy en día una parte fundamental de este nuevo cambio digital y uno de los más influyentes en las últimas décadas son las redes sociales (Kaplan y Haenlein, 2010). Las empresas son conscientes de que los clientes son parte activa de estos medios electrónicos y que la popularidad de estas plataformas digitales ha hecho que la mercadotecnia deba adaptarse y además reinventarse por medio de técnicas vanguardistas (Katona et al, 2011), las cuales permitan a las organizaciones posicionarse y ser competitivas, sin olvidar una parte importante, los costos que la publicidad conlleva, pues todos estos adelantos tecnológicos y la diversidad y complejidad que muestran los mercados ha ocasionado que exista un incremento en los mismos, debido a la cantidad de actividades que deben realizarse para la captación y retención del cliente, tan solo del 2015 al 2016 hubo un aumento de 881 mil pesos a 1,084 mil pesos por un anuncio de 20 segundos durante la transmisión del noticiero López Dóriga (Televisa), lo cual resulta ser un costo elevado e inalcanzable para que las organizaciones emergentes puedan competir por un lugar en el mercado. La llegada de internet no solo modificó las reglas del marketing, sino que, además dio lugar a la comunicación dinámica donde los usuarios se convierten en cocreadores de información dejando de ser solamente receptores, según Funchs (2008) una de las características más importantes de estos medios de comunicación es esta interacción formal e informal que se da entre los participantes y las dimensiones globales que estas herramientas brindan además de la velocidad con la que se desarrollan las relaciones entre los usuarios. Uno de los retos más importantes para incluir estos nuevos recursos digitales se encuentra en conocer cuál es la forma más efectiva de interactuar con el cliente. Es importante mencionar el nivel de impacto que se logra en la memoria de los receptores con la publicidad que es vista en sitios web, de acuerdo con Dane (2015) son recordadas por más del 90% de los internautas. De los diferentes tipos de promoción podemos mencionar los banners, los cuales más de la mitad de los interesados muestran una respuesta positiva a este tipo de anuncios (51.5%), seguido de la publicidad en redes sociales (38.3%), los *adwords* (22.9%) y la publicidad en correos electrónicos (21.4%).

## Descripción del Método

### *Diseño de la Investigación y Metodología*

La presente investigación es de tipo exploratoria y no experimental de corte transversal, tiene como objetivo destacar los aspectos fundamentales de una de las herramientas de publicidad “Eye Tracking”, que puede ser utilizada como medio para lograr ser competitivo ante la actual situación que presenta el marketing online, debido a los avances

<sup>1</sup> Claudio Edivaldo Araujo Alonso es Ing. en Electrónica, actualmente cursando la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, [M1803022@itcelaya.edu.mx](mailto:M1803022@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> La Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo, es profesora e investigadora en el posgrado de Gestión Administrativa del Tecnológico Nacional de México en Celaya, [alma.alejos@itcelaya.edu.mx](mailto:alma.alejos@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Daniel Hernández Soto, es profesor e investigador en el posgrado de Gestión Administrativa del Tecnológico Nacional de México en Celaya, [daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> La MGA. Alicia Casique Guerrero, es profesora e investigadora en el posgrado de Gestión Administrativa del Tecnológico Nacional de México en Celaya, [alicia.casique@itcelaya.edu.mx](mailto:alicia.casique@itcelaya.edu.mx)



en las tecnologías de Información y la comunicación (TIC's) para fundamentar las bases de lo que será una investigación posterior a profundidad (Glaser y Strauss, 1967).

*El crecimiento de internet y la evolución del marketing*

La globalización permite que tanto las grandes empresas multinacionales como las emergentes, financieras o no financieras, puedan posicionarse en la mayor parte de los países aumentando los flujos comerciales y de capitales entre unos y otros, propiciando mercados integrados e interrelacionados, donde estas organizaciones sean capaces de tener un impulso integral mundial en el ámbito económico, político, social, cultural y tecnológico, debido a la serie de avances que presentan las TIC's y la inclusión de las mismas como estrategias para su desarrollo (Dehesa 200).

La tecnología es uno de los factores más importantes que determinan el proceso de globalización, además también ha propiciado un cambio en las estrategias de marketing, debido a la influencia de la mundialización y a la integración de las plataformas digitales en las organizaciones. la tabla 1 muestra cómo se ha dado el aumento del uso de internet.

Tabla 1. Incremento en el uso de internet

Año	Número de usuarios	% Población mundial	Fuente
1995	16 millones	0.4 %	IDC
1996	36 millones	0.9 %	IDC
1997	70 millones	1.7 %	<u>IDC</u>
1998	147 millones	3.6 %	C.I. Almanac
1999	248 millones	4.1 %	Nua Ltd.
2000	361 millones	5.8 %	Internet World Stats
2001	513 millones	8.6 %	<u>Nua Ltd.</u>
2002	587 millones	9.4 %	Internet World Stats
2003	719 millones	11.1 %	Internet World Stats
2004	817 millones	12.7 %	Internet World Stats
2005	1,018 millones	15.7 %	Internet World Stats
2006	1,093 millones	16.7 %	Internet World Stats
2007	1,319 millones	20.0 %	Internet World Stats
2008	1,574 millones	23.5 %	Internet World Stats
2009	1,802 millones	26.6 %	Internet World Stats
2010	1,971 millones	28.8 %	Internet World Stats
2011	2,267 millones	32.7 %	Internet World Stats
2012	2,497 millones	35.7 %	<u>I.T.U.</u>
2013	2,802 millones	39.0 %	Internet World Stats
2014	3,079 millones	42.4 %	Internet World Stats
2015	3,366 millones	46.4 %	<u>Internet World Stats</u>
2016	3,631 millones	49.5 %	<u>Internet World Stats</u>
2016	3,696 millones	49.5 %	<u>Internet World Stats</u>
2017	3,885 millones	51.7 %	<u>Internet World Stats</u>
2017	4,156 millones	54.4 %	<u>Internet World Stats</u>

Fuente: Elaboración propia.

El sistema digital puede basarse en la productividad que genera el conocimiento e información dentro de la economía global, donde todas las actividades que conlleva funcionan como una unidad en tiempo real (Castells, 2006:5), continuando con este contexto todas las organizaciones han adoptado estrategias que permitan el dominio de áreas como: la inteligencia artificial, el Big Data, el internet de las cosas, entre otros, lo cual contribuye a la competitividad y eficiencia dentro del mercado global (Almaraz, 2017). La transformación digital es importante para la economía mundial, debido a que está basada principalmente en la implementación, transformación y expansión de la información, en 2014 estas plataformas digitales aportaron 2,8 millones de dólares al PIB mundial, demostrando que la economía por medios electrónicos tiene un mayor impacto ante el comercio tradicional (Lund, Manyika y Bughin, 2016).

Se debe resaltar que las telecomunicaciones son las bases del crecimiento de la digitalización y dentro de este sector podemos ubicar a las redes sociales en el tercer lugar entre los sitios más visitados en Latinoamérica, por encima de páginas gubernamentales o de comercio, considerando que estas plataformas aún se encuentran en desarrollo (CEPAL, 2018).

“Buenas políticas públicas, confianza, identificación y amplificación de los responsables en la evolución digital, organización de emprendimientos digitales referentes, reinención de estándares digitales y reducción de la brecha de internet móvil” son los seis puntos clave que según Digital Planet 2017 (The Fletcher School’s, 2017) son fundamentales para que exista armonía entre la transformación digital y la empatía en términos económicos.

Según los autores Serrano (1994), Santemas (1996) y Martín Dávila et al. (1998), el marketing tiene origen a principios del siglo pasado y constituye una disciplina que aún se encuentra en continuo desarrollo en busca de su construcción y consolidación, caracterizado por múltiples intentos de definición, debido a su naturaleza y alcance, según los autores Santemas (1996) y Saracco (2005) mencionan que es una de las disciplinas que más definiciones tiene. El término “marketing” hace su aparición por primera vez a principios del siglo pasado en la literatura económica norteamericana (Jones, 1902), en Latinoamérica se ha traducido como “mercadotecnia”. Debido al amplio reconocimiento internacional y a su amplio uso en el campo académico y profesional, se considera que se debe utilizar la palabra “marketing” reconocida por la Real Academia Española (1992). Peter Drucker (1982) menciona que solo existen dos funciones en un negocio: marketing e innovación, las cuales son las que producen los resultados positivos las empresas y que todas las demás generan costos.

Desde los años 90 con el nacimiento de la red, las TIC’s han provocado un gran impacto en las organizaciones, propiciando cambios en los estilos de vida, en las relaciones con los clientes y en la innovación. Surgieron los sitios web producto de las innumerables empresas que querían formar parte del fenómeno de internet, a las primeras plataformas inteligentes se les conoce como web 1.0, considerando a éstas como los inicios del “Marketing Digital” (Berthon, Pitt, Plangger y Sapiro, 2012). Para el año 1997 se evolucionó a la web 2.0 donde las plataformas digitales permitieron la interacción entre usuarios y el contenido que se comparte es generado por ellos mismos, esto brinda una propuesta de valor a las empresas que tienen control sobre este tipo de herramientas de comunicación. En ese tiempo el marketing comenzó a ganar importancia haciendo notar más a las organizaciones (Berthon et al., 2012; Kaplan & haenlein, 2010).

Hoy en día los usuarios de internet son los principales clientes de las redes sociales, los cuales son participes en la lectura, creación y modificación de contenidos, por lo cual el marketing ofrece nuevas alternativas de comunicación y colaboración el cual al ser combinado con los conceptos básicos puede contribuir con resultados óptimos para la empresa. (Henderson y Bowley 2010). La explotación de estos medios tecnológicos ha hecho posible que cualquier organización tenga la posibilidad de interactuar de manera directa con el cliente, así como captar su atención (Kaplan y Haelein, 2010). Debido a que se presentan mejoras considerables en el alcance, interacción, atracción y colaboración con el cliente a un costo menor que las formas tradicionales (Hanna, Rohm y Crittenden, 2011), además de formar parte de la imagen corporativa de las empresas actuales. La tabla 2 muestra de manera cronológica algunos eventos importantes que influyeron en la evolución del *marketing*.

Tabla 2. Cronología de la evolución del *marketing*

Años	Eventos
1470	Gutenberg inventa la imprenta, el “ <i>Moveable type</i> ” permite hacer impresiones en masa por primera vez.
1730	Las revistas emergen por primera vez como un medio.
1839	Los posters se vuelven tan populares que tuvieron que ser prohibidos en Londres.
1922	Comienzan los anuncios por la radio.
1933	Más de la mitad de las viviendas americanas tenían radio.
1941	Primera grabación de un anuncio de televisión.
1970	<i>El telemarketing emerge</i>
1973	Emerge la era digital, con el investigador Dr. Martín Cooper haciendo la primera llamada desde un teléfono móvil.
1981	IBM introduce la primera computadora personal al mercado.
1984	Apple lanza al mercado Macintosh con éxito comercial durante el Super Bowl dirigido por Ridley Scott. Costó \$900,000 y alcanzó al 46.4% de las viviendas americanas.
1990	Emerge la red de telefonía móvil 2G permitiendo entre otras cosas el envío y recepción de mensajes SMS.
1995	Se lanzan los motores de búsqueda Yahoo y AltaVista.
1997	Se lanza ask.com
1998	Se lanzan nuevos motores de búsqueda, entre ellos Google y MSN.
2003	Evan Williams y Meg Hourihan lanzan Blogger.com

2003	George W. Bush firma una ley que establece los primeros estándares nacionales contra el envío no solicitado de anuncios por email.
2004	Se lanza Facebook.
2005	Google personaliza las búsquedas con SEO, que se basa en tus exploraciones pasadas para mejorar los resultados.
2006	Se lanza Twitter.
2007	Se hace popular la tecnología 3G
2010	Era del email marketing donde 90% de los correos son SPAM
2011	1 de cada 2 americanos tienen un Smartphone Los más jóvenes pasan de ver 13.6 hrs., al día la televisión a navegar 13.7 horas en internet.
2012	La cantidad de usuarios de internet aumenta en un 3.1% Facebook alcanza los 143.4 millones de usuarios en Estados Unidos Los usuarios de teléfonos móviles alcanzan los 242.6 millones. 2.3% más que en 2011. El 53.5% de la población veía un video online, el 70.8% de los internautas. El 83.9% de los internautas americanos realizan una compra en internet.

Fuente: Elaboración propia.

### *Marketing y las redes sociales*

El desarrollo de las TIC's ha propiciado que existan nuevos canales y medios de transmisión de información, a estos nuevos modelos de expresión e intercambio de datos se le conoce como redes sociales, las cuales son consideradas como el fenómeno más influyente en la comunicación de las últimas décadas (Kaplan y Haenlein, 2010), tanto para los individuos como para las empresas ya que con ellas se facilita la interacción con la comunidad, formando lazos sociales y nuevas conexiones entre los usuarios (Leimeister et al., 2006), permitiendo además nuevas maneras de construir relaciones interpersonales y de compartir información a través de internet (Lorenzo et al., 2011). Se sabe que a nivel mundial la influencia de las TIC's sobre la población es cada vez más importante y que el 70% de los usuarios de éstas viven en países desarrollados (Miniwatts Marketing Group, 2015). De manera paralela este crecimiento exponencial de las plataformas digitales se ha visto apoyado por el uso de múltiples dispositivos móviles y el acceso a través de los mismos tanto en entornos laborales como privados, haciendo posible que las redes sociales se conviertan en las herramientas más populares globalmente, ocupando las primeras posiciones entre las listas de los sitios web más visitados (Alexa, 2015).

Las redes móviles, los dispositivos digitales y el internet han provocado que los públicos se comuniquen de manera masiva, es decir que exista un sistema de comunicación de mensajes múltiples, multimodal, donde los sujetos pueden estar autocomunicados ya que estos mismos pueden construir sus propias redes de comunicación, donde la interactividad y la hipertextualidad de contenidos tienen lugar. Esta nueva forma de difusión de la información permite que los contenidos sean compartidos libremente por los usuarios, sin que las organizaciones ejerzan algún dominio sobre estos, la finalidad de esta técnica es ejercer una influencia implícita donde sea el cliente el que se encuentre compartiendo la información con todo el público de manera libre y en todo momento, que incentive el rumor o la polémica, de manera que sea el usuario el que genere de manera constante su propio contenido. Por otro lado, el bajo costo de uso, y el hecho de que se puede medir de manera significativa la reputación de dichas relaciones con los clientes, hacen de las redes sociales una herramienta de marketing muy atractiva. En la actualidad cualquier cibernauta puede enviar y recibir una cantidad inimaginable de información en forma inmediata sobre diferentes marcas para satisfacer sus hábitos de consumo, y poder aceptar esta oferta remitida por la empresa o buscar al instante otra que satisfaga sus necesidades de compra (Hernandez y Küster, 2012).

Fuchs (2008) menciona además que, otro factor actualmente importante para que las organizaciones consideren las redes sociales como herramienta de marketing es la internacionalización, ya que fomenta la voluntad de la gente de generar y mantener estos lazos sociales en todo momento y en cualquier lugar en donde se encuentren las personas. Las empresas son conscientes del crecimiento de la actividad de estas plataformas sociales, por lo cual están comenzando a utilizarlas como herramientas en su estrategia de *marketing*, ya que además de influir el bajo costo de uso y su popularidad, también sirven para la construcción de la marca, fidelizar las relaciones con los clientes (Harris y Rae, 2009), gestión de la marca (Christodoulides, 2009) y como retroalimentación (Jansen et al., 2009), entre otros aspectos.

En el mundo existen 2,700 millones de usuarios de los medios de comunicación digital, y en México el 59% de la población accede a estas plataformas al menos una vez por mes, ocupando el 4to lugar mundial en tiempo promedio diario de uso de estos sitios web, con un tiempo de 3h 32 min, solo debajo de Brasil con 3h 43 min y en primer lugar Filipinas con 4h 17 min por día. Existen diferentes tipos de redes sociales: de relaciones, de entretenimiento, con fines profesionales y de nicho. El enfoque de esta investigación se centra en las redes sociales de relaciones, creadas

específicamente en construir relaciones entre los usuarios y las empresas que las utilizan, Facebook es una de las plataformas digitales de este tipo más importantes y populares en el mundo, presenta características de gran versatilidad, ya que permite la creación de relaciones interpersonales y con fines comerciales, con acceso a diversos tópicos de información, entretenimiento, creación de conocimiento y demás, actualmente cuenta con 141 millones de usuarios solo en Latinoamérica, es por estas características que Facebook resulta ser una herramienta ideal para las empresas emergentes, ya que puede ser utilizada como una estrategia para hacer negocios, atraer, interactuar y relacionarse con los clientes a un costo considerablemente bajo, un anuncio en esta plataforma puede llegar a 9 mil personas por semana con una inversión de \$500 al mes (Facebook). Esta red social cuenta con un respaldo de big data la cual es una base de datos donde se almacena la información necesaria para fomentar la fidelización, ya que su principal finalidad es reconocer de manera anticipada las necesidades que los consumidores, clientes o usuarios presenten, a través del almacenamiento y reconocimiento de patrones de comportamiento de navegación, donde se puede almacenar todo el contenido al que el público accede a través de las páginas, así como la frecuencia de uso, la duración o la concurrencia de visita, identificando este comportamiento es posible generar una personalización en la forma de brindar publicidad para los consumidores que además cuenta con una segmentación de mercado gracias a toda la información almacenada. “En el fondo, se habla del clásico marketing directo en donde se desarrolla una gestión eficiente en el manejo de las relaciones con los clientes” (Revista comunicación N°13, 2015:106).

En la actualidad las redes sociales tienen un papel protagónico en los procesos de comunicación. En Latinoamérica existen las mayores tasas de consumo de información a través de las mismas, específicamente en México es donde existe mayor interacción en estas plataformas con el 40% (Newman, 2017). La Asociación de Internet.mx en 2017 dictaminó que Facebook es la red social más utilizada (95%) y que los usuarios poseen un promedio de 5 redes sociales (Estadística Digital, 2017). Según la agencia de investigación Magna Global, el uso de los anuncios en internet alcanzó los 209 mil millones de dólares en todo el mundo, mientras que la publicidad por televisión se situó en 178 mil millones de dólares (Peter Kafka y Rani Molla, 2017). En 2015 Facebook reportó un ingreso de 17.928 millones de dólares; en 2016 la cifra subió a 27.638 millones de dólares y para 2017 los analistas de FactSet estimaron que la cifra subió a 39.529 millones de dólares (Reporte Anual de Facebook) de los cuales el 90% de estos ingresos provienen de la publicidad. (García, 2017). México se ha posicionado como el mejor país en servicios en línea, el primero en crear un inventario de Open Data a nivel de Latinoamérica y alcanzar un nivel de interacción entre usuarios del 2,68%, lo cual plantea un escenario propicio para el auge de las redes sociales en nuestro país.

#### *Eye Tracking*

El concepto de eye-tracking hace referencia al conjunto de tecnologías que permiten monitorear y registrar la forma en la que una persona mira un determinado contenido, escena o imagen, de manera concreta en qué áreas con exactitud fija su atención, la duración y cuál es el orden de su exploración visual. Estas técnicas ofrecen un gran potencial de aplicación para una amplia variedad de disciplinas, principalmente en el marketing en donde el objetivo es determinar la forma en la que el usuario interactúa con la plataforma digital y hacia dónde dirige su atención de manera visual (Jacob y Karn, 2013). Esta nueva herramienta está recibiendo atención por parte de los profesionales y organizaciones que se relacionan con la experiencia del usuario, probablemente una de las motivaciones del uso de esta técnica sean las soluciones comerciales a precios relativamente accesibles y su considerable mejora técnica (Li, Babcock, Parkhurst; 2006).

El proceso visual de un estímulo publicitario es parte fundamental en el proceso comunicacional, ya que es mediante elementos visuales que se logra posicionar un producto o crear la personalidad de una marca, éste a su vez permite generar el contexto que captará el público, todo esto complementado con el mensaje verbal plasmado en conjunto en la publicación (Arens, 2008). Las técnicas que forman parte de las neurociencias, permiten optimizar los esfuerzos publicitarios, así como los recursos que se invierten. Estos métodos vanguardistas han ayudado a comprender la correlación entre la mente y las decisiones para adquirir bienes por parte de los consumidores, lo que permite satisfacer más eficientemente sus deseos. La función de los Eye-Trackers es poder determinar hacia donde dirige una persona su visión central y conocer que zona del contenido visual está siendo percibida por más tiempo (Jacob, 1995), el resto de la escena visual puede procesarse paralelamente mediante la visión periférica, la cual permita detectar los cambios que guíen o atraen nuestra atención (Imagen 1) (Goldberg, Wichansky, 2003). Para interpretar la cantidad de datos que son recogidos durante una sesión de eye tracking existen paquetes de software que generan representaciones resumidas mediante gráficos del comportamiento visual de un usuario o un conjunto de los mismos, los cuales indican donde ha fijado en cada momento el participante su atención, así como el rastro visual en forma de línea que indica los movimientos oculares previos (Usolab, 2007), estos paquetes de software pueden ser encontrados en las redes sociales, por lo cual, las marcas emergentes no deberán invertir en su desarrollo o adquisición, estarán incluidos de manera implícita en el uso de plataformas digitales como Facebook. Esta herramienta digital ofrece información exclusiva para comprender el comportamiento de los usuarios y así diseñar las interfaces de contenidos de cada marca, de manera que resulten ser más atractivos e interactivos, logrando captar el interés del cliente, o anticipar sus necesidades, y la

disminución progresiva del costo de estas soluciones hacen previsible que en los próximos años se produzca un uso más generalizado del eye-tracking en el ámbito profesional de la experiencia del usuario.

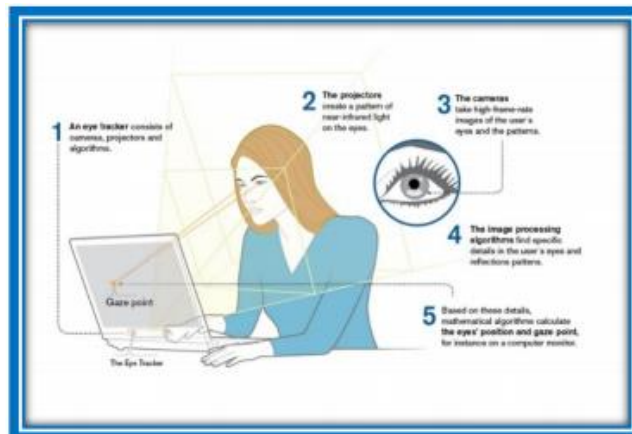


Imagen 1. Funcionamiento del Eye Trackin, Fuente: Eye Tracking (Gupta,2016)

### Conclusiones y Recomendaciones

La situación actual del *marketing* permanece en constante evolución, la cual presenta una tendencia a una forma de comunicación cada vez más interactiva y bidireccional entre el consumidor y la marca de la empresa. Lo cual representa una ventaja competitiva para aquellas organizaciones que logren atraer y fidelizar a los clientes de formas significativas y emocionantes. La percepción es la forma personal de decodificar, traducir o dar a entender estímulos, es decir, cuando ya existe una adaptación o costumbre a algo y es un aspecto clave para los anunciantes, ésta determina si su publicidad tendrá éxito o no, ya que dependiendo de cómo el consumidor percibe el mensaje podrá aceptarlo o no. Las redes sociales son estas plataformas que permiten establecer un canal de comunicación directa con el cliente, donde de manera paralela pueden generar todas estas emociones en el proceso de intercambio de información. Como parte de estas herramientas se encuentra el eye tracking como una estrategia innovadora para las organizaciones emergentes, debido a que las redes sociales más influyentes de la actualidad cuentan con estos mecanismos de publicidad, por lo cual las empresas terminan siendo usuarios implícitos y no desarrolladores de nuevas herramientas de marketing que conlleven gastos mayores, de manera paralela las redes sociales se sustentan sobre el Big Data donde es recogida toda la información del cliente, con la cual se logra una amplia segmentación de mercados y a su vez exacta y minuciosa, la cual permite predecir las necesidades de los clientes. Por último, la exposición que las redes sociales tienen hoy en día, el acceso a la información de manera fácil, la globalización de la misma, hacen que el eye tracking sea una herramienta que las organizaciones emergentes puedan utilizar para comenzar su posicionamiento en el mercado.

### Referencias bibliográficas

- Boyd, D. & Ellison, N. (2007). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), 210-230.
- Cadogan, J., Diamantopoulos, A. & Pahud de Mortanges, C. (1999). A measure of export market orientation: Scale development and cross-cultural validation. *Journal of International Business Studies*, 30 (4), 689-707.
- Chan, Y. & Ngai, E. (2011). Conceptualising electronic word of mouth activity: An input-process-output perspective. *Marketing Intelligence and Planning*, 29 (5), 488-516.
- Christodoulides, G. (2009). Branding in the post-internet era. *Marketing Theory*, 9 (1), 141-144.
- Clemons, E. (2009). The complex problem of monetizing virtual electronic social networks. *Decision Support Systems*, 48 (1), 46-56
- Coca, C. & Milton, A. (2008). El concepto de Marketing: pasado y present. *Revista de Ciencias Sociales*, Vol. 14 (2), pp. 391-412.
- Fuchs, C. (2008). *Internet and society: Social theory in the Internet age*. New York: Routledge
- Katona, Z., Zubcsek, P. & Sarvary, M. (2011). Network effects and personal influences: The diffusion of an online social network. *Journal of Marketing Research*, 48 (3), 425-443.
- Kotler, P. (1992). *Dirección de Marketing*. (Séptima edición). España: Editorial Prentice Hall.
- Kotler, P. (1999). El Concepto genérico de marketing. *Revista Harvard Deusto. Marketing & Ventas*, Vol. 35 (11-12), pp. 8-15.
- Kotler, P. (2000). *Dirección de Marketing*. España: Edición del Milenio, Editorial Prentice Hall.
- Kotler, P. et al. (2002). El Marketing se mueve: una nueva aproximación a los beneficios, el crecimiento y la renovación". España: Paidós.
- Kotler P. et al. (2004). *El Marketing de Servicios Profesionales*. España: Paidós Ibérica, S.A.
- Kotler, P. (2005). Nuevos Retos de la Gestión del Marketing. *Revista Harvard Deusto. Marketing & Ventas*, Vol. 69 (7-8), pp. 9-12.
- Kotler, P. y Lane Keller, K. (2006). *Dirección de Marketing*. (Duodécima Edición). México: Pearson Educación.
- Kotler, P. y Westman, J.C. (2008). Qué debe hacer y saber el consejero delegado con respecto al marketing. *Revista Harvard Deusto. Marketing & Ventas*, Vol. 84 (1-2), pp. 12-14.
- Lorenzo, C.; Constantinides, E. & Alarcón, M. (2011). Consumer adoption of social networking sites: Implications for theory and practice. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 5 (2/3), 170-188
- Martín Dávalos, Miguel, "y otros" (1998), "Marketing Fundamental". McGraw-Hill, España.

## Impacto del estrés por despido laboral sobre la cantidad de anticuerpos

Dr. Juan Manuel Araujo-Álvarez<sup>1</sup>, M. en C. Miriam del Carmen Verdiguél-Peralta<sup>2</sup>,  
Profa. Teresita Rocío Cruz-Hernández<sup>3</sup> y Dra. Sandra Angélica Rojas-Osornio<sup>4</sup>

**Resumen**—Se ha observado en diferentes estudios, que situaciones de estrés, tales como las producidas por la pérdida de un familiar, la pérdida del empleo o sujetos pertenecientes a comunidades que han estado expuestas a una catástrofe, están asociadas a una disminución de la respuesta inmunológica y un aumento del nivel de cortisol. En el año 2010, se promulgó la extinción de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro que dejó a más de 44, 000 trabajadores sin empleo. En el presente estudio, se investigó esta circunstancia histórica para analizar la relación del desempleo, como evento estresor complejo, y la posible alteración en la respuesta inmunológica. Los resultados mostraron una disminución en los títulos de anticuerpos del grupo de trabajadores despedidos y que quedaron desempleados y de los individuos que se mantuvieron demandantes de reinstalación y no aceptaron su situación de despido, lo que muy probablemente se expresará en el futuro con patologías crónico-degenerativas o autoinmunitarias.

**Palabras clave**—Anticuerpos, estrés, despido laboral, patología crónico-degenerativa.

### Introducción

Los efectos del estrés son considerados un problema de salud pública de la actualidad, que es necesario reconocer, pues involucra procesos adaptativos, psicológicos y fisiológicos, ante situaciones potencialmente amenazantes. En el ámbito psicológico, por ejemplo, la pérdida de un familiar, la pérdida del empleo o una situación de catástrofe en una comunidad, están asociadas a una disminución de la respuesta inmunológica y a un aumento del nivel de cortisol (Canelones *et al.*, 2004). En el año 2010 se promulgó la extinción de la paraestatal Compañía de Luz y Fuerza del Centro, que dejó a más de 44, 000 trabajadores sin empleo. El desempleo es causa de un deterioro en la salud mental. Las consecuencias psicológicas negativas que se derivan de estar desempleado pueden, a su vez, incrementar el riesgo de sufrir trastornos que requieren tratamiento psiquiátrico (Cook D.G, 1985; Sala M, *et al.*, 2004).

La respuesta al estrés es entendida como un sistema de alarma que se pone en marcha cuando hay desequilibrio entre lo que el organismo espera y lo que realmente existe (Rosales F.R, 2014) por lo que el organismo tratará de regresar al equilibrio por medio de una interacción recíproca entre el Sistema Inmune (SI), el Sistema Nervioso (SN) y el Sistema Endocrino (SE). (Morey *et al.*, 2015)

Las respuestas endocrinas al estrés se inician con la secreción de la Hormona Liberadora de Corticotropinas (CRH) por parte del núcleo paraventricular hipotalámico (NPV). Las neuronas de este núcleo, que está interconectado con otros núcleos hipotalámicos, como el ventromedial, el dorsomedial, el área preóptica medial, el núcleo arcuato y el supraquiasmático, están reguladas por la amígdala y el hipocampo; además de recibir aferencias del sistema límbico, el córtex prefrontal y el troncoencéfalo (Sánchez-Navarro y Román, 2004). La amígdala recibe aferencias del córtex cerebral, del hipocampo y del giro cingulado. De ella parten fibras eferentes al hipotálamo por la vía ventro-amigdalina, que influyen de esta manera en el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y en la actividad suprarrenal. De esta forma, la amígdala añade tonalidad emocional a las estimulaciones del organismo para reaccionar a estímulos que producen miedo o “emocionalidad”. El hipocampo también reacciona a estímulos estresantes y retroalimenta negativamente el eje Hipotálamo-Hipofisis-Adrenal (HHA) durante el estrés (Sala M. *et al.*, 2004). Por otra parte, el córtex prefrontal desempeña un papel inhibitorio sobre la actividad del NPV e influye en la retroalimentación negativa del eje HHA, al igual que el hipocampo, fundamentalmente a través de los receptores de corticoides.

Además de estos centros de “control” de las respuestas neuroendocrinas de estrés, se activan otros sistemas cerebrales y otras sustancias. En concreto, la activación del sistema monoaminérgico es esencial para la respuesta al estrés, ya que éste induce la estimulación de la adrenalina (A), la noradrenalina (NA), la serotonina (5-HT) y la dopamina (DA).

<sup>1</sup> Juan Manuel Araujo-Álvarez es Profesor de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, CDMX [jmaraujoal@hotmail.com](mailto:jmaraujoal@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Miriam del Carmen Verdiguél-Peralta es Maestra en ciencias.

<sup>3</sup> Teresita Rocío Cruz-Hernández es Técnico docente de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, CDMX [teresita\\_r\\_c\\_h@yahoo.com.mx](mailto:teresita_r_c_h@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Sandra Angélica Rojas-Osornio es Profesora titular de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de México, Marina-Cuitláhuac, CDMX [sandii38@yahoo.com.mx](mailto:sandii38@yahoo.com.mx)

Las dos primeras, y más en concreto la NA, ejercen el rol de “autoorganización cerebral” que contribuyen a modular la cognición y el comportamiento (Vargas-Gutiérrez y Muñoz-Martínez, 2013). La 5-HT y la DA se relacionan con la plasticidad neuronal que permite al cerebro reaccionar a los desafíos al reorganizar las redes de conexiones cerebrales (Hernández-Muela *et al*, 2004). Los efectos de la NA y la A están mediados por los receptores adrenérgicos, que se encuentran en gran cantidad de neuronas y glías en todo el cerebro.

Estos neurotransmisores están implicados en diversas funciones, incluida la regulación de procesos emocionales (Vargas-Gutiérrez y Muñoz-Martínez, 2013). Durante periodos de estrés, cuando las concentraciones de NA y A son elevadas, los receptores adrenérgicos se ven repetidamente estimulados, lo que produce una “desensibilización”. Diversos estudios realizados, tanto en animales como en humanos, han mostrado que el estrés puede afectar la respuesta inmune humoral ya que muchos trastornos o procesos fisiopatológicos que se asocian al funcionamiento del sistema inmune pueden estar modulados por el estrés (Valiente, Sandín y Chorot, 2002; Medialdea 2002; Ramos-Linares *et al*, 2008). En general, ejerce efectos supresores sobre la función inmune (Ader y Cohen, 1993; Boscolo *et al*, 2012), mediados por el eje HHA y el Sistema Nervioso Simpático (SNS) (Sandín y Chorot, 2001). Durante los últimos años, el estudio de la interacción entre la conducta, función neural y endocrina, así como los procesos inmunes, ha desarrollado un campo de investigación interdisciplinario.

Muchas investigaciones han comparado los niveles de sentimiento depresivo entre poblaciones diferenciadas por su estatus de desempleo, llegando, en la mayoría de las mismas, a la conclusión de que los desempleados padecen mayores síntomas depresivos que aquellas personas que tienen empleo (Torres Medina, 2015). El estudio de la relación trabajo-estrés-respuesta del sistema inmunológico, es de interés principal, para avanzar en el conocimiento de este fenómeno que afecta a un importante sector de la población trabajadora.

La escala de estrés postraumático (EGSTEP) es un instrumento que se utiliza para estimar estrés postraumático de largo plazo, se ha aplicado a víctimas de secuestro, de accidentes, catástrofes naturales o experiencias de guerra, por lo que es útil para conocer si los trabajadores perciben y expresan una tendencia diferenciada al respecto de esta experiencia vivida.

## Descripción del Método

### *Población de estudio*

Se estudiaron a 50 trabajadores, divididos en tres grupos: Grupo A liquidados, y que decidieron retirarse con su liquidación; Grupo B liquidados y en seguida se re-contrataron y, Grupo C no aceptaron su liquidación y siguen exigiendo su reinstalación al trabajo, con todos los derechos del contrato colectivo y antigüedad en la compañía.

### *Ensayo inmunoenzimático para la determinación de IgA secretoria*

Placas de 96 pozos se sensibilizaron con suero de conejo anti componente secretor humano (anti-SC) en una dilución 1:400,000 en amortiguador de carbonatos pH 9.6 como anticuerpo de captura. Se incubó 1 h a 37°C y después se lavó 5 veces con Tween 0.05% en amortiguador de fosfatos pH 7.4 (PBS-T). Este paso se repitió tras cada proceso de incubación. Posteriormente se bloqueó con albúmina sérica bovina (BSA) al 3% en carbonatos pH 9.6 y se incubó durante 2 h a 37°C. Se adicionó SIgA humana purificada para la curva estándar (dilución 1:16 seriada 1:2 en PBS-T) y las muestras de saliva (1:5 y 1:10 en PBS-T). Se incubó 1 h a 37 °C. A continuación, se adicionó suero de cabra anti-IgA humana conjugado con peroxidasa diluido en PBS-T (1:3000). Se incubó 1 h a 37 °C. Una vez realizado el lavado, se adicionó el sustrato en amortiguador citrato-fosfato pH 5.0 con *O*-fenilendiamina. Después de una incubación de 20 min en oscuridad, se adicionó ácido sulfúrico 2.5 M para detener la reacción enzimática. La lectura se realizó a una  $\lambda = 490$  nm en un lector de ELISA marca Bio-Rad.

### *Ensayo inmunoenzimático para la determinación de IgG sérica*

Placas de 96 pozos se sensibilizaron con suero de cabra anti-IgG humano como anticuerpo de captura, dilución 1:50,000 en amortiguador de carbonatos pH 9.6. Se incubó 1 h a 37°C. Tras cada paso del ensayo se lavaron las placas 5 veces con Tween 0.05% en amortiguador fosfatos pH 7.4 (PBS-T). Posteriormente la placa se bloqueó con BSA al 3% en carbonatos pH 9.6 y se incubó por 2 h a 37°C. Después se adicionó IgG humana purificada para curva estándar (dilución 1:200 seriada 1:2), muestras de suero humano (dilución 1:250 y 1:500) y pool de sueros (dilución 1:100) como control interno para cuantificación de IgG. Se incubó 1 h a 37 °C. A continuación, se adicionó suero de cabra anti-IgG humana conjugado con peroxidasa diluido en PBS-T (1:5000). Se incubó 1 h a 37°C. Por último, se adicionó el sustrato en amortiguador citrato-fosfato pH 5.0 con *O*-fenilendiamina. Posterior se adicionó ácido sulfúrico 2.5 M para detener la reacción enzimática. La lectura se realizó a  $\lambda = 490$  nm en un lector de ELISA marca Bio-Rad.

## Resultados

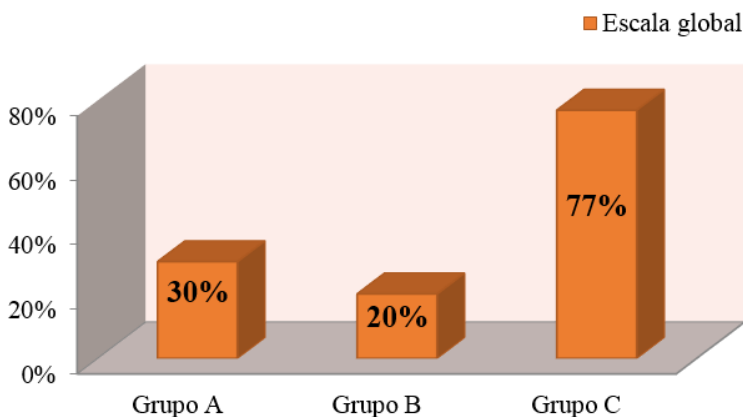
Las características de la población estudiada se muestran en la tabla 1. La muestra se escogió desde el 12 de Octubre de 2011 hasta el 12 de abril de 2012. Se consideraron aquellos trabajadores que decidieron voluntariamente participar en el estudio, sexo indistinto y los cuales cumplieran las condiciones de acuerdo a cada grupo formado antes mencionado, con previo consentimiento informado.

GRUPO	A	B	C
Liquidados por la compañía	+ decidieron retirarse	+ se re-contrataron	+ no aceptaron su liquidación y siguen exigiendo su reinstalación al trabajo
Género	70% hombres	60% mujeres	60% hombres
Edad (años)	58.4 ± 5 (53-63)	32.8 ± 8 (24-40)	42.4 ± 9 (33-51)

Tabla 1. Características de la población de estudio

*Escala de Gravedad de Síntomas del Trastorno por Estrés Postraumático (EGSTEP)*

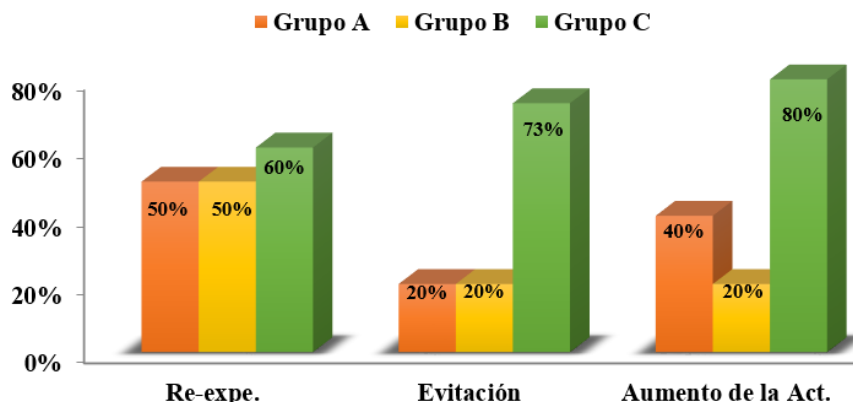
Estructurado en un formato de escala tipo Likert de 0 a 3, según la frecuencia e intensidad de los síntomas. En la gráfica 1 se muestran los porcentajes obtenidos de la escala global. Puede observarse que el grupo C presenta mayor porcentaje de estrés por causa de continua lucha por su reinstalación al trabajo. Por el contrario, los que fueron recontratados (grupo B) son los de menor porcentaje de estrés, aquellos que lo presentan podría deberse a las relaciones familiares que guardan entre los trabajadores o a las relaciones gremiales.



Grafica 1. Porcentaje de síntomas de estrés postraumático en trabajadores según resultados de la EGSTEP en escala global. Tomado de tesis “Situación laboral y repercusión en el sistema inmunológico, en trabajadores de la industria eléctrica”

La EGSTEP consta de 17 preguntas, de las cuales cinco de las preguntas, hacen referencia a los síntomas de re-experimentación (recuerdos o pesadillas repetidas sobre el evento estresante); siete a los de evitaciones (evitan sistemáticamente las cosas que les recuerdan el evento traumático, ya sean personas, lugares o sucesos) y cinco a los del aumento de la activación (las personas ya presentan afectaciones afectivas, insomnio, ataques de ira y/o falta de concentración). La gráfica 2 muestra los diferentes porcentajes por síntomas y por grupo. Puede observarse que por lo menos la mitad de los individuos de cada grupo sufrieron los síntomas de re-experimentación; sin embargo, los individuos del grupo C experimentaron en mayor porcentaje los tres síntomas.





Gráfica 2. Porcentaje de síntomas de estrés postraumático por grupo en trabajadores según resultados de la EGSTEP. Tomado de tesis "Situación laboral y repercusión en el sistema inmunológico, en trabajadores de la industria eléctrica"

*Cantidad de anticuerpos IgA e IgG en los diferentes grupos de estudio*

Mediante un ensayo inmunoenzimático se determinaron las cantidades de anticuerpos IgA en saliva e IgG en suero de los trabajadores y se muestra en la figura 1. Los individuos liquidados, que no aceptaron la liquidación y se encuentran en lucha de reinstalación a la compañía (grupo C) fueron los que presentaron mayor alteración en la cantidad de anticuerpos. Por un lado presentan menor cantidad de IgA, lo que podría condicionar menor protección a nivel de mucosas y mayor riesgo de enfermedades infecciosas. Por otro lado, presentan títulos altos de IgG, lo cual podría predisponerlos a enfermedades por reactividad de anticuerpos tales como crónico-degenerativas o autoinmunitarias.

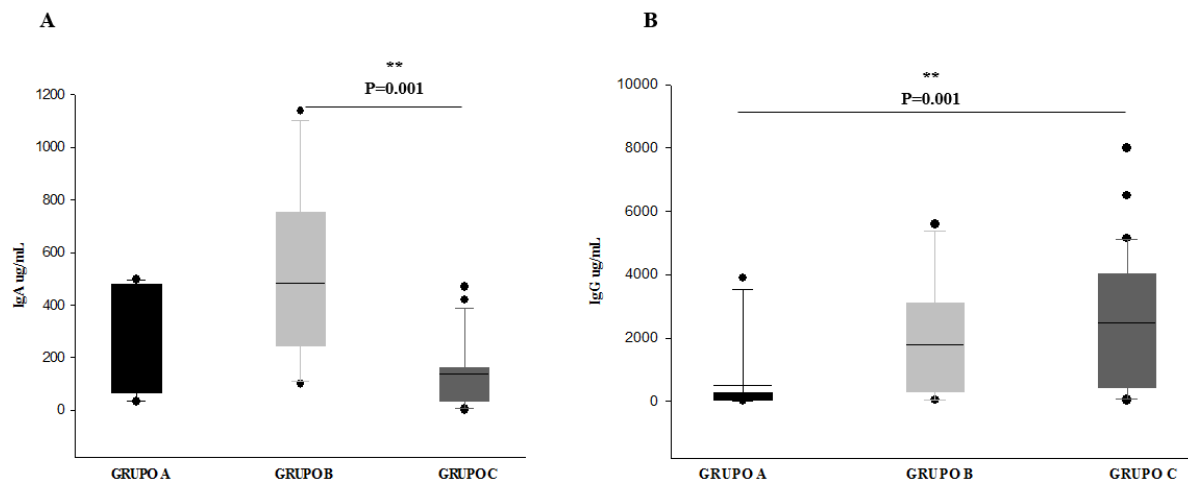


Figura 1. Títulos de anticuerpos IgA en saliva (A) e IgG en suero (B) en los grupos expuestos a despido laboral. Grupo A: Liquidados por la compañía y decidieron retirarse. Grupo B: Liquidados por la compañía y fueron recontratados por la misma. Grupo C: Liquidados por la compañía y no aceptaron su liquidación exigiendo su reinstalación al trabajo. Pueden observarse diferencias significativas en la cantidad de IgA encontrando disminución en el grupo C respecto al B (p= 0.001); también se observan diferencias significativas de la cantidad de IgG encontrando títulos mayores en el grupo C respecto al A (p=0.001).

En la tabla 2 se muestra un resumen de los resultados de la EGSTEP y la cantidad de anticuerpo de los diferentes grupos estudiados.

GRUPO	A	B	C
EGSTEP			
Re-experimentación	<b>50%</b>	<b>50%</b>	60%
Evitación	20%	20%	73%
Aumento de la activación	40%	20%	<b>80%</b>
Escala global (% estrés postraumático)	30%	20%	77%
SIgA (µg/mL) saliva	269.01 ± 217.28	485.13 ± 322.42	± 130.76
			*p ≤ 0.05 respecto al grupo B
IgG (µg/mL) suero	490.58 ± 1,201.08	1,782.66 ± 1,852.85	2,492.74 ± 2,117.99
			*p ≤ 0.05 respecto al grupo A

Tabla 2. Relación entre los síntomas de estrés postraumático según la EGSTEP y la cantidad de anticuerpos presentes en saliva (IgA) y suero (IgG)

### Comentarios Finales

Estar expuestos a estrés crónico de origen psicológico, en este caso debido a despido por liquidación de la Compañía, afectó al sistema inmune en la respuesta humoral de estos trabajadores.

La situación laboral que presentaron estos trabajadores, debido a la liquidación de esta compañía, los ha sometido a una situación laboral caracterizada por estrés intenso y permanente; y podría tener efectos directos e indirectos en la salud de estas personas. La cuantificación de anticuerpos, muestra que los trabajadores empeñados y en la constante lucha por mantener su empleo tienen un perfil de IgA secretora en saliva disminuida, lo que predispone a enfermedades infecciosas; en contraste, la IgG sérica aumentada, en este sentido, podría reactivar al sistema inmune. Se propone este trabajo como iniciativa, hacer más investigaciones respecto a la relación entre el estrés de origen psicológico ocupacional con el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas o autoinmunitarias.

### Referencias

- Ader R. and Cohen N. (1993) "Psychoneuroimmunology: conditioning and stress" *Annu. Rev. Psychol.* 1993. 44:53-85
- Boscolo P., Forcella L., Reale M., Vianale G., Battisti U., Bonfiglioli R., Cortini M., Di Giampaolo L., Di Donato A., and Salerno S. (2012) "Job strain in different types of employment affects the immune response" *Work* 41; 2950-2954  
 doi: 10.3233/WOR-2012-0546-2950
- Canelones P; Pocino M; De Macedo M; Cabrera M; Villarino C; Teran-Angel G; Castés M. (2004). "Estrés postraumático y depresión en respuesta a un desastre natural y su influencia sobre algunos parámetros inmunológicos". *Revista de Psiquiatría.* 2004; 8(2). Caracas Venezuela. pp. 5-19.
- Cook DG, (1985) "A critical view of the unemployment and health debate" *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 34, No. 1. *Statistics in Health* (1985), pp. 73-82
- Hernández Muela S., Mulas F., Mattos L. (2004) "Plasticidad neuronal funcional" *Rev. Neurol*; 38 (Supl 1): S58-S68
- Medialdea CJ (2002): *Aspectos de la personalidad y factores estresantes en pilotos de avión: repercusión en el sistema inmunológico.* Madrid, Universidad Complutense De Madrid Facultad De Medicina, (Tesis Doctoral, pp. 38-59, mimeo).
- Morey J. N., Boggero Ian A., Scott April B, and Segerstrom S.C., (2015) "Current Directions in Stress and Human Immune Function" *Curr Opin Psychol.* 1; 5: 13-17.  
 doi:10.1016/j.copsyc.2015.03.007.
- Ramos Linares V., Rivero Burón R., Piqueras Rodríguez J.A., García López L.J., Oblitas Guadalupe LA. (2008) "Psiconeuroinmunología: conexiones entre sistema nervioso y sistema inmune" *Suma Psicológica*, Vol. 15 N° 1, 115-142
- Rosales Fernández Rosaura (2014), Trabajo de fin de grado "Estrés y salud", Facultad de humanidades y ciencias de la educación, Universidad de Jaén.
- Sala M., Perez J, Soloff P, Ucelli di Nemi S, Caverzasi E, Soares J.C, Brambilla P. (2004) "Stress and hippocampal abnormalities in psychiatric disorders" *European Neuropsychopharmacology* 14; 393- 405  
 doi:10.1016/j.euroneuro.2003.12.005

Sánchez Navarro J.P y Román F, 2004, “Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional”, *anales de psicología*, vol. 20, nº 2

Torres Medina Ma. Del Carmen (2015) “Patrones de respuestas psicológicas en desempleados de la comunidad autónoma de Extremadura” Tesis doctoral, Universidad de Extremadura, Sudoeste de Europa.

Valiente R.M., Sandín B. y Chorot P. (2002) “Miedos comunes en niños y adolescentes: relación con la sensibilidad a la ansiedad, el rasgo de ansiedad, la afectividad negativa y la depresión” *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, Volumen 7. Número 1, pp. 61-70

Vargas Gutiérrez M. y Muñoz Martínez A. (2013) “La regulación emocional: precisiones y avances conceptuales desde la perspectiva conductual”. *USP*, 24(2); 225-240

### Apéndice

#### Formato del cuestionario EGSEP

Ítems	0	1	2	3
1.- ¿Tiene recuerdos desagradables y recurrentes del suceso, incluyendo imágenes, pensamientos o percepciones?				
2.- ¿Tiene sueños desagradables y repetitivos sobre el suceso?				
3.- ¿Realiza conductas o experimenta sentimientos que aparecen como si el suceso estuviera ocurriendo de nuevo?				
4.- ¿Sufre un malestar psicológico intenso al exponerse a estímulos internos o extraños que simbolizan o recuerdan algún aspecto del suceso?				
5.- ¿Experimenta una reactividad fisiológica al exponerse a estímulos internos o extraños que simbolizan o recuerdan algún aspecto del suceso?				
1.- ¿Se ve obligado a realizar esfuerzos para ahuyentar pensamientos, sentimientos o conservaciones asociados al suceso?				
2.- ¿Tiene que esforzarse para evitar actividades, lugares o personas que evocan el recuerdo del suceso?				
3.- ¿Se siente incapaz de recordar alguno de los aspectos del suceso?				
4.- ¿Observa una disminución marcada del interés por las cosas o de la participación en actividades significativas?				
5.- ¿Experimenta una sensación de distanciamiento o de extrañeza respecto a los demás?				
6.- ¿Se siente limitado en la capacidad afectiva?				
7.- ¿Nota que los planes o esperanzas de futuro han cambiado negativamente como consecuencia del suceso?				
1.- ¿Se siente con dificultad para conciliar o mantener el sueño?				
2.- ¿Está irritable o tiene explosiones de ira?				
3.- ¿Tiene dificultad de concentración?				
4.- ¿Está usted excesivamente alerta (por ejemplo, se para de forma súbita para ver quién esté a su alrededor, etc.) desde el suceso?				
5.- ¿Se sobresalta o se alarma más fácilmente desde el suceso?				

# MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA INDUSTRIA DEL MEZCAL

Javier Arellano Gómez MA<sup>1</sup>, Emilia Barron Flores<sup>2</sup>,  
M.C María del Pilar Reyes Sierra<sup>3</sup>, Dra. Linda Miriam Silerio Hernández<sup>4</sup> y Dra. Mayela del Rayo Lechuga  
Nevárez<sup>5</sup>

**Resumen**—Una cadena de suministro en todos los aspectos que la conforman, es una herramienta básica con el objeto de lograr la satisfacción total de los clientes, mediante los flujos de material y de información, por lo cual se establecen los lineamientos desde los proveedores hasta que es entregada la mercancía al consumidor final. La investigación está basada en la elaboración del mezcal, la estructura en la que se encuentra conformada la cadena de suministro, observando las partes que la integran, permitiendo identificar si es necesario cambiar alguna línea de producción para que sea óptima, también en los almacenes de materia prima y producto terminado, por si estos pudieran afectar los costos de elaboración del producto. La problemática que se resolverá será disminuir los costos de producción y dar mayor utilidad a la industria mezcalera. Con esta investigación se puede conocer si la cadena es óptima y reducir costos.

**Palabras clave**—Cadena de suministro, logística, diferencias entre logística y cadena de suministro, indicadores de rendimiento de la cadena de suministro, SCOR, categorías del mezcal

## Introducción

La cadena de suministro es de mucha importancia para las empresas ya que ahorra costos de operación, y tiempos porque hace más productiva las líneas de trabajo. Para lo cual se pretende implementar, mejorar e innovar la cadena de suministros de la producción de mezcal.

Es importante un correcto flujo de la distribución del mezcal a nivel local, para poder cumplir con las requisiciones de los compradores en tiempo y forma, de esta manera se podrá llevar a otros niveles, es decir, desde regional hasta internacional.

Para verificar el correcto uso de la cadena de suministro a nivel local, se usarán los indicadores de desempeño que son los KPI (Key Performance Indicator). La traducción válida en castellano de este término es: indicador clave de desempeño o indicadores de gestión) para saber en qué parte de la cadena se tienen que hacer las mejoras pertinentes, lo que permitirá una optimización tanto en los recursos como en los procesos de producción.

## Objetivo general

Evaluar una cadena de suministro a partir de una línea de producción tomando como referencia las mezcaleras del Estado de Durango y sus diferentes niveles de producción.

## Objetivos específicos

- Determinar el punto de procesamientos de mezcal
- Verificar la capacidad de cada una de las plantas procesadoras.
- Identificar los principales problemas mediante el método SCOR.
- Plantear mejoras para las áreas dentro de la cadena que presenten mayor falla.
- Localizar los principales centros de suministro y clientes.
- Evaluar las entregas del producto.
- Analizar la capacidad y cantidad de transporte de acuerdo con los centros de suministro.
- Estudiar costos fijos, costos de producción, costos de transporte para elaborar métodos de optimización mediante la comparación de diversas variables.

## Descripción del Método

<sup>1</sup> Javier Arellano Gómez es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Durango, Durango, México. [javierarellanogomez@outlook.com](mailto:javierarellanogomez@outlook.com)

<sup>2</sup> Emilia Barron Flores es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Durango, Durango, México. [emiliabf26@gmail.com](mailto:emiliabf26@gmail.com)

<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](mailto:mariapilareyes@gmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Linda Miriam Silerio Hernández [sihelinda@hotmail.com](mailto:sihelinda@hotmail.com)

<sup>5</sup> Dra. Mayela del Rayo Lechuga Nevárez [mlechuga@itdurango.edu.mx](mailto:mlechuga@itdurango.edu.mx)

El presente estudio se llevó a cabo en las industrias mezcaleras que se encuentran ubicadas en el estado de Durango, como lo son: Mezcal Matt, Lagrimas de Dolores, Bosscal, Fresami y Mr. Mares.

En el municipio de Durango se cuenta con distintas industrias mezcaleras, en las cuáles (no todas) su cadena de suministro muestra deficiencias que pueden corregirse. La información se recopiló por medio de un cuestionario y hojas de verificación aplicada a los encargados de cada mezcalera.

### Marco Teórico

Una cadena de suministro, se encarga de planificar y coordinar las tareas a cumplir, abarca cada paso de la producción analizando el producto, después implementando propuestas de transporte y logística, realiza la comercialización del producto para que éste sea de fácil acceso al público con la distribución y entregas. (Daniel & Weimar, 2016).

María Arcia periodista de Entrepreneur describe que para que una cadena de suministros se lleve eficazmente debe contar con las siguientes partes:

- Proveedores: Personas que son las encargadas de ofrecer, distribuir los bienes y servicios que requiera la empresa.
- Transporte: Llevar todos los recursos que la empresa disponga como puede ser el producto terminado o materias primas.
- Fabricantes: Son los encargados de transformar materias primas en un producto terminado.
- Clientes: Son la parte más importante para la empresa donde se debe atender y cubrir sus necesidades.
- Comunicación: Cada parte de la cadena debe tener una estrecha retroalimentación de la información del producto
- Tecnología: Es lo que permite la optimización de las actividades

Emprende pyme hace referencia que la logística es un conjunto de procesos que si no se llega a manejar de manera adecuada la empresa terminaría donde la organización y la planificación son la base para optimizar la logística en la empresa. (Romero, Ardila, Cantillo, Sierra, & Sanchez, 2017)

	Logística	Cadena de suministro
Servicios	Busca la calidad del producto y la entrega a tiempo al menor costo posible	Busca y encuentra las materias primas de calidad y con un buen costo.
Organización	Distribuye los productos en el menor tiempo posible.	Debe controlar el tiempo de cada proceso para no afectar a la logística.
Entrega	El producto se debe entregar a tiempo	Mejorar ese tiempo y el de otras actividades
Optimización	Se renueva cada que se implementa un nuevo método en la distribución del producto.	Busca implementar nuevas técnicas para que la cadena de suministro este en vanguardia.

**Tabla 1.** Fuente: (Pula, 2015). Diferencias entre logística y cadenas de suministro.

SCOR, (Supply Chain Operations Reference Model por su sigla en inglés) tiene un enfoque de hacer gestión de la cadena de suministro de una organización, lo que trata es de integrar los procesos mediante indicadores de efectividad para así poder hacer mejoras dentro de toda la CDS. Este indicador de efectividad plantea 5 procesos que se deben de llevar a cabo para la evaluación, los cuales son: Planeación o plan, aprovisionamiento, fabricación, logística y devolución; con estos procesos se pretende abarcar todas las áreas posibles e implicaciones con el cliente, desde el pedido del producto hasta su entrega final o pago del mismo. (Rodrigo, 2013)

Hay una modificación más a la norma y se refiere a la clasificación del mezcal de acuerdo a su proceso de producción (como se muestra en la Tabla 1). Es decir, a partir de las herramientas que se emplearon para su fabricación, siendo las siguientes categorías:

- Mezcal
- Mezcal artesanal

<b>CATEGORÍAS DEL MEZCAL</b>			
<b>PROCESO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>MEZCAL</b>	<b>MEZCAL ARTESANAL</b>	<b>MEZCAL ANCESTRAL</b>
Molienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tahona.</li> <li>• Molino chileno o egipcio.</li> <li>• Trapiche.</li> <li>• Desgarradora o tren de molinos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazo en canoa.</li> <li>• Tahona.</li> <li>• Molino chileno o egipcio.</li> <li>• Trapiche.</li> <li>• Desgarradora o tren de molinos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazo en canoa.</li> <li>• Tahona.</li> <li>• Molino chileno o egipcio.</li> </ul>
Fermentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes de madera.</li> <li>• Piletas de mampostería.</li> <li>• Tanques de acero inoxidable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oquedades en piedra, tierra o tronco.</li> <li>• Piletas de mampostería.</li> <li>• Recipientes de madera o barro.</li> <li>• Pieles de animal cuyo proceso puede incluir la fibra del maguey (bagazo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oquedades en piedra, tierra o tronco.</li> <li>• Piletas de mampostería.</li> <li>• Recipientes de madera o barro.</li> <li>• Pieles de animal cuyo proceso puede incluir la fibra del maguey (bagazo).</li> </ul>
Destilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alambiques.</li> <li>• Destiladores continuos.</li> <li>• Columnas de acero y cobre inoxidable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con fuego directo en alambiques de caldera de cobre u olla de barro y montera de barro, madera, cobre o acero inoxidable; cuyo proceso puede</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con fuego directo en olla de barro y montero de barro o madera; cuyo proceso debe incluir la fibra del maguey (bagazo).</li> </ul>

		incluir la fibra del maguey (bagazo).	
--	--	---------------------------------------	--

- Mezcal ancestral

**Tabla 2.** Fuente: (“Mezcologia.com”). Tipos de mezcal.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Empresa	Conclusiones
MEZCAL MATT	Los puntos débiles que se identificaron fue que en cuanto a la logística de distribución del producto no existe organización, ya que no se lleva un registro del modo de transporte del producto, de ese mismo modo suelen tener problemática al momento de las entregas de pedidos, por la misma situación de que no se ha diseñado un plan logístico que se adecue a las condiciones de la organización. Al ser una empresa aun sumamente pequeña, es decir, que trabajan más que nada sobre pedido, no cuentan con un almacén de producto terminado, lo cual también es un factor que afecta a la cadena de suministro. También es importante recalcar que para que una empresa pueda mejorar cada día sus procesos y así mismo el desempeño de sus colaboradores, es necesario que se cuenten con listas de verificación, algo que en MATT se omite.
Mezcal “Lagrimas de Dolores”	La empresa Lágrimas de Dolores cuenta con una cadena de suministros no bien establecida, con el apoyo de las listas de verificación y la encuesta realizada dentro de la empresa se pueden destacar las fallas en varias áreas, dentro del área de producción presenta muy poca capacitación para los empleados, se les hace una capacitación inicial con aspectos de cómo se hace cada parte del proceso y muestra del lugar y su distribución mas no se le da una continuidad a la capacitación de los trabajadores dentro del área. El equipo de trabajo que se necesita para la elaboración del mezcal es deficiente, hay puntos en los que es necesario mejorar para que la empresa pueda tener un mejor desarrollo. También dentro del área de producción se observó el poco conocimiento que se tiene de un organigrama bien establecido, el que el trabajador conozca sus jefes inmediatos apoya a la cadena de suministro en tener un mejor control dentro de cada área con los empleados.

Mezcal Bosscal	La empresa tiene una cadena de suministro no propia, ya que se apoya por el outsourcing para la búsqueda del mezcal, o la planta de agave en el estado, ella no cuenta con su propia cosecha de mezcal. Lo cual es no es muy beneficioso, ya que los precios del mezcal o agave pueden variar conforme a la demanda. También se arriesga a que exista la posibilidad de que se agote la planta ya sea porque no hay mucha oferta en el mercado duranguense, o porque otra empresa de la industria la compre antes que ella.
Mezcal “Fresami”	La empresa “Fresami” no cuenta con herramientas ni maquinaria sofisticada para la producción del mezcal, el proceso de producción se lleva a cabo de manera artesanal; su personal es capacitado, ya que todos son vinateros.
Mezcal Mr. MARES	Sin embargo, en ella se identifica de igual manera una serie de deficiencias, como la son de no tener en cuenta la optimización en ningún sector en específico, todo se ha hecho de igual manera a como se empezó a realizar el producto, no se toma en cuenta la importancia de tener bien establecidas las áreas, que aunque hay encargados de cada área, no se lleva con un control de todos los puntos (defectos, devoluciones, etc.).

**Tabla 3.** Fuente propia. Conclusiones del las encuestas.

En este trabajo investigativo se estudió, en base a los resultados que se obtuvieron en las entrevistas que se realizaron en las industrias mezcaleras de Durango, que dichas empresas no cuentan con lineamientos básicos de una cadena de suministro, por lo cual tienen problemas con sus consumidores finales y frena su crecimiento económico y por lo tanto sus costos de producción son muy elevados. Por tal motivo sus ganancias mínimas, su eficiencia y efectividad se ven mermadas por no poder desempeñarse adecuadamente.

*Conclusiones*

Los resultados demuestran la necesidad de mejorar su cadena de suministro, como el área de producción del mezcal ya que no cuentan con plantíos propios, ya que solo recogen los que ya están plantados en la zona de mezcal de Durango, por tal motivo el proceso de selección del mezcal es muy tardado ya que estos mezcales deben de contar con ciertas características para su procesamiento. También que no cuentan con una logística adecuada, ya que todas las mezcaleras que fueron evaluadas, se apoyan del outsourcing. De igual forma, les falta llevar una planeación adecuada a sus características, esto porque en se pudo observar que no tienen un control de sus diferentes áreas.

**Apéndice**

**Instrumento de recopilación de información.**



**Instituto Tecnológico Nacional de México  
 Instituto Tecnológico de Durango**



## Entrevista de investigación sobre “La optimización de cadenas de suministro en la industria mezcalera”

**Nombre de entrevistado:**

**Puesto o departamento en donde desempeña:**

**Nombre de entrevistador:**

**Fecha:**

1. ¿Cuáles son las rutas de distribución para cada cliente?
2. ¿Cuál es el plan de capacitación para el personal del área de logística?
3. ¿Cuál es el parámetro de entrega general?
4. ¿Cuál es la operación del proceso productivo con mayor durabilidad?
5. ¿Cuál es el contratiempo que se presenta con mayor frecuencia en la distribución?
6. ¿A qué mercado vende su producto regional, estatal, nacional o internacional?
7. ¿En qué área dentro de la producción presenta mayores retrasos?
8. ¿Las ventas conforme el paso del tiempo han mejorado?
9. ¿Qué modelos o técnicas de optimización dentro de su producción utiliza?
10. ¿Con que planeación cuenta la empresa para llevar a cabo el proceso productivo del mezcal?
11. ¿Cuál es el mejor canal de distribución para la empresa?
12. Principales problemas que se presentan dentro del proceso de venta del producto
13. ¿Cuál es el proceso de adquisición de la materia prima?
14. ¿Son sus propios productores de materia prima o cuentan con un proveedor externo?

## Referencias

Arcía, M. (17 de julio de 2018).

Daniel, R., & Weimar, A. (Septiembre de 2016). Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n1/0718-3305-ingeniare-25-01-00180.pdf>

Mezcológica. (2018). Obtenido de <http://mezcologica.mx/tipos-de-mezcal/>

Pula, C. P. (24 de julio de 2015). *Diferencias entre logística y cadena de suministro*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/diferencias-entre-logistica-y-cadena-de-suministros/>

Rodrigo, G. (22 de junio de 2013). *apdca*. Obtenido de <https://www.pdcahome.com/4753/desarrollar-un-modelo-de-gestion-de-cadena-de-suministro-modelo-scor/>

Romero, D., Ardila, W., Cantillo, E., Sierra, A., & Sanchez, F. (2017). *Scielo*. Obtenido de [http://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052017000100180&lang=pt](http://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052017000100180&lang=pt)