

## La implementación de un nuevo modelo que incluya equipos multidisciplinarios, un Sistema de evaluación de 360 grados, en combinación con políticas de incentivos económicos variables condicionados e individuales, como una mezcla estratégica para incrementar la productividad laboral en una MiPyME del giro textil.

Ing. Fernando Gutiérrez Rosas<sup>1</sup>, Mtra. Rosa Cortés Aguirre<sup>2</sup>,  
Ing. Arely Martínez Carrillo<sup>3</sup>, Mtra. Karla González Hidalgo<sup>4</sup>

### Resumen

En la mayor parte de las MiPyME dedicadas al giro textil del Estado de Tlaxcala, existe personal operario que de manera natural excede los estándares o metas de trabajo preestablecidos en base a acuerdos verbales, sindicales, costumbres o incluso de manera científica utilizando las herramientas de ingeniería en la toma de tiempos y movimientos. Desafortunadamente el patrón no cuenta método para la implementación del sistema mencionado en el título de este artículo, el cual incentivara al trabajador a explotar este ritmo o capacidad excedente a favor de su economía personal y de la productividad de la empresa.

Algunas MiPyME han intentado implementar modelos para incrementar la productividad de manera poco ortodoxa o buscando siempre obtener la parte de ganar o el beneficio económico para la parte patronal únicamente, volviéndola finalmente ineficaz. En el presente artículo mostraremos un método el cual buscara que el sistema implementado sea llevado a cabo con el mayor cuidado, éxito y consenso de la parte trabajadora y patronal, obteniendo beneficios económicos para ambas partes.



Figura 1. MIPYMES en México. Autor: Alberto Rodríguez. Fuente: Periódico Correo  
Extraído de <http://www.desdeabajo.org.mx/wordpress/mexico-negocios-violentos/>

Me permito recordar que el sistema propuesto para motivar al obrero, tiene como fundamento principal la pirámide de Maslow (Martínez Coll, Juan Carlos (2001) la cual explica de forma visual el comportamiento humano según nuestras necesidades. En la base de la pirámide aparece como base, nuestras necesidades fisiológicas (ejemplo: alimentación), que todos los humanos necesitamos cubrir en primera instancia. Una vez cubiertas estas necesidades, buscamos satisfacer nuestras necesidades inmediatamente superiores (salud, amistad, éxito, autorrealización), pero no se puede llegar a un escalón superior si no hemos cubierto antes los inferiores, o lo que es lo mismo, según vamos satisfaciendo nuestras

<sup>1</sup> El Ing. Fernando Gutiérrez Rosas es estudiante de Maestría en el Instituto Tecnológico de Apizaco, en el Estado de Tlaxcala. [fernando.gutierrez1@yahoo.com.mx](mailto:fernando.gutierrez1@yahoo.com.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Mtra. Rosa Cortés Aguirre es catedrático de Licenciaturas y Maestrías en el Instituto Tecnológico de Apizaco, en el Estado de Tlaxcala. [licda\\_rosa@yahoo.com.mx](mailto:licda_rosa@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La Ing. Arely Martínez Carrillo es Maestrante en el Instituto Tecnológico de Apizaco, en el Estado de Tlaxcala. [are\\_140292@hotmail.com](mailto:are_140292@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Mtra. Karla González Hidalgo es catedrático de Licenciaturas y Maestrías en el Instituto Tecnológico de Apizaco, en el Estado de Tlaxcala. [karlyka@hotmail.com](mailto:karlyka@hotmail.com)

**necesidades más básicas, desarrollamos necesidades y deseos más elevados. Dicho de otra manera, es ineficaz productivamente premiar a un obrero con un reconocimiento social, mientras sus necesidades de alimentación aún no han sido cubiertas.**

### Introducción

En muchos países subdesarrollados y en vías de desarrollo como México, el nivel y calidad de vida de la base trabajadora en la industria textil es precaria, esto debido a que el salario percibido es sumamente bajo debido a la competencia internacional y nacional, además por ser comparado con el costo de los insumos que requiere para llevar a cabo sus actividades diarias y cubrir los gastos de educación necesarios para tener el nivel escolar mínimo aceptable dentro de la industria.

Los sistemas actuales de pago salarial en base al cumplimiento de una simple jornada laboral, preparación profesional, o participación en actividades grupales, debieran ser sustituidos por sistemas de incentivos individuales económicos, los cuales se obtienen una vez que se logra superar alguna expectativa o un excedente de producción sobre el estándar predefinido por la propia organización, todo esto basado en el concepto “tu ganas – Yo gano”

Este artículo recomendará y presentará, además de una metodología, una serie de fases y actividades necesarias para llevar a cabo la implementación consecutiva de las tres estrategias dentro de una organización a fin de incrementar la productividad laboral dentro de la misma, obteniendo personal altamente motivado y comprometido además de un ambiente laboral positivo, proactivo, eficaz y eficiente.

### Fases para la implementación del modelo

Todo el desarrollo e implementación del modelo se dividirá básicamente en 3 fases, las cuales tendrán como objetivo el enmarcar las actividades que conllevarán cada una y que deberán ser realizadas, evaluadas y aprobadas por la parte patronal y trabajadora antes de iniciar con la siguiente fase.

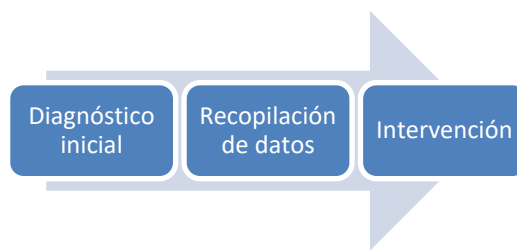


Figura 2. Fases de la implementación. Fuente de elaboración: Propia, 2016

Ahora mencionaremos las principales actividades que se deben considerar en cada fase arriba mencionada:

*Diagnóstico inicial.*-La primera etapa de diagnóstico ocurre cuando el consultor externo o líder interno trabaja con el dueño o gerente principal para determinar los índices actuales de la productividad mínima aceptable para mantener el punto de equilibrio económico de la empresa (ejemplo: piezas por turno por obrero), cuales son las razones principales que provocan que los empleados no eleven su nivel de productividad, y por último se debe definir qué porcentaje del beneficio económico se compartirá con la base trabajadora, una vez implementada la primera estrategia. Desde un punto de vista personal, se sugiere y se destina un 30%. A la base trabajadora. Esto a fin de enfocar el otro 30% a la inversión en tecnología, maquinaria, instrumentos, etc., que sirvan al trabajador a mejorar sus actividades laborales diarias, y el último 40% como ganancia al patrón y también para compensar hasta cierto punto, el desgaste administrativo o incremento de plantilla que se llegara a suscitar como consecuencia de la implementación de las tres estrategias que componen el modelo.

*Recopilación de datos.*- Con frecuencia, la etapa de recopilación incluye o establece formalmente los análisis numéricos de productividad, de costos, de utilidad económica neta, históricos de productividad, encuestas mediante cuestionarios y discusiones en grupo. Estas encuestas incluyen características organizacionales específicas, tales como la satisfacción y habilidad en el puesto, el estilo de liderazgo actual, que factores pudieran mejorar el ambiente laboral, la descentralización de actividades, la participación de los empleados en la toma de decisiones, etc. Las discusiones y negociaciones económicas grupales o individuales, también pueden formar parte de la fase de recopilación formal de datos. Los datos se analizan y se llega a conclusiones específicas basadas en comparaciones contra las normas o posibilidades económicas de la organización.

En esta fase, también pueden identificarse numéricamente las áreas problema o deficientes, ya sea estratificada por departamento o puestos específicos sobre los cuales se deberá trabajar al momento de implementar la estrategia de los equipos de multidisciplinares y la evaluación de 360 grados.

*Intervención.*-La etapa de intervención incluye además de la acción en la implementación, la capacitación necesaria en los puestos implicados para resolver los problemas o actividades identificados por el líder implementador y consensados por la base patronal y trabajadora.

La intervención también incluye la asignación y monitoreo de las nuevas actividades deseadas, el cual pudiera lograrse a través del grupo de trabajo establecido para controlar el desempeño e implementar la estrategia. Pueden realizarse intervenciones adicionales según se necesite para mantener la satisfacción en el trabajo y la sensación de que se realiza un trabajo interesante, así como permitir una mayor intervención de los empleados.

La clave principal para la realización de esta fase, es la creación previa de planes específicos con actividades inmediatas, a corto, mediano y largo plazo así como el establecimiento de los controles necesarios para el monitoreo, evaluación y reacción de las actividades requeridas.

Para el desarrollo de esta fase se recomienda utilizar el ciclo de mejora continua establecido por Deming.



Figura 3. Ciclo de Mejora continua Deming. Autor: Marta A.

Extraído de <https://controlqblog.wordpress.com/2013/01/05/ciclo-de-mejora-continua-el-padre-de-los-7/>

### Metodología sugerida

La metodología recomendada para llevar a cabo la implementación paulatina y exitosa de cada una de las tres estrategias consideradas por el modelo sugerido, es la siguiente:



Figura 4. Metodología para la Implementación.

Fuente de elaboración: Propia, 2016

### Actividades para la implementación de las estrategias consideradas por el modelo.

*Estrategia No. 1. Incentivos económicos variables condicionados e individuales.* La motivación económica de tus empleados es fundamental para que tu empresa logre sus metas y mejore sus métricos día a día. No obstante,

mantener el interés, la implicación y el compromiso de tu equipo de trabajo no es tarea fácil. Algunas de las actividades necesarias para la implementación de esta estrategia son las siguientes:

- a) Definir y cuantificar los costos INDIRECTOS tanto variables como fijos:
  - i) Gastos de servicios profesionales externos (contabilidad)
  - ii) Pago de permisos gubernamentales federales o locales
  - iii) Pago de impuestos
  - iv) Pago de servicios municipales (luz, agua, teléfono, seguridad, etc.)
  - v) El beneficio económico esperado por el patrón con respecto a su inversión de tiempo, capital y riesgo.
- b) Definir y cuantificar los costos DIRECTOS tanto variables como fijos:
  - i) Costo y tiempos de la mano de obra dependiendo de la operación o maquina utilizada (recta, overlock, multiaguja, bordadoras, etc.), en base a capacidades demostradas.
  - ii) costo diario de la mano de obra indirecta, empleada en la administración, calidad y movimiento de materiales.
  - iii) costo de los materiales directos e indirectos empleados tanto en la producción como en las actividades de apoyo.
  - iv) costo por unidad de tiempo empleado con el concepto de maquinaria, bajo el supuesto de un arrendamiento.
  - v) costo por metro cuadrado y por día de las instalaciones, bajo el supuesto del pago de una renta mensual.
- c) Obtener la capacidad de la empresa diaria dependiendo de la maquinaria disponible y operación consecuente.
- d) Establecer una tabulación salarial dependiendo de la importancia de cada operación (mayor dificultad o riesgo = mayor paga) así como su meta mínima implícita.
- e) Crear una estratificación (tres rubros) en la dificultad del diseño, dependiendo de la complejidad en la costura del estilo (costuras minúsculas o mucha precisión) y del tamaño del lote (habilidad).
- f) Creación de una hoja de datos vinculados (se recomienda el programa Excel) que nos permita conocer el costo total por cada prenda a fin de comparar contra pago del cliente por prenda.
- g) Creación de un plan de producción (Excel), en base a capacidades de manufactura y requerimientos firmes y pronosticados por el cliente, buscando el aprovechamiento al 100% del recurso humano y la Maquinaria disponible bajo una eficiencia del 95%.
- h) calcular el bono económico por cada prenda adicional a la meta definida que recibirá cada persona en sus diferentes tipos de operación-maquina dentro de su jornada de 8 horas.
- i) Muy importante, dejar claro a la base trabajadora, que cuando no se alcance la meta diaria de producción definida no habrá bono adicional, esto independiente de la razón o departamento que haya impedido el logro (Yo gano – Tu ganas).



Figura 5. Compensación por productividad en Arréglalo Chihuahua. Autor: Pablo Flores.

Fuente: [simapro@icam.com.mx](mailto:simapro@icam.com.mx)

Extraído de <http://simapro.org/pyme/doarsal.php?doarsal=dbp&id=23&p=2>

*Estrategia No. 2. Equipos multidisciplinarios.* Son grupos estables de personas que se coordinan eficaz y eficientemente para lograr los objetivos de desempeño (individual - grupal) y crecimiento de su compañía, tanto

desde el aspecto social como técnico. Algunas de las actividades necesarias para la implementación de esta estrategia son las siguientes:

- a) Seleccionar las personas que integrarán el equipo. Se revisara su nivel de relación y dependencia con el área de trabajo. Se deberán seleccionar los perfiles de conocimientos, actitud, y experiencia de cada uno de ellos. De preferencia deberá ser una persona por cada célula (grupo de máquinas del mismo tipo). Se sugiere y estas personas tengan un salario base fijo un poco más alto que el resto de los integrantes, y a su vez, este perciba un bono adicional por productividad consistente en el promedio de bonos que obtenga la gente a su cargo.
- b) Se denominara un líder, mas sin la organización fuera pequeña o con poco recurso, el Gerente o Patrón pasara a tomar dicho cargo o nombramiento.
- c) La estructura del equipo será plana y únicamente el líder estará un nivel arriba del resto de los integrantes
- d) Se deberán estipular por escrito el rol del equipo, así como el rol de los integrantes del mismo.
- e) Reconocimiento formal del equipo de trabajo e integrantes dentro de la organización.
- f) La dirección deberá crearle propósitos, métricos claros y alcanzables al equipo, así como brindarle el apoyo necesario para su logro.

A su vez, el líder deberá realizar o requerir las siguientes actividades con los integrantes del equipo:

- Planear y realizar juntas periódicas de revisión, control y ejecución de actividades, así como establecer prioridades del equipo y orden del día.
- Exponer y lograr la aprobación de la dirección en las iniciativas o propuestas de solución, así como el obtener los recursos implícitos.
- Aterrizar o ejecutar las acciones o soluciones desarrolladas
- Realizar un monitoreo, control y evaluación de resultados del equipo a fin de verificar la efectividad y eficiencia del equipo y así posteriormente generar los reportes o informes administrativos necesarios.
- El líder deberá asegurar que exista un clima grupal, que genere confianza, respeto y fomente la proactividad de los integrantes, encaminados a la mejora continua o solución de problemáticas emergentes.
- Una vez obtenidos los resultados esperados, deberá fomentar el reconocimiento que establezca la organización, para los integrantes del equipo y los cuales hayan tenido participación, acción y relevancia.

*Estrategia No. 3. Evaluación de 360 grados.* Esta estrategia, permite al personal ser evaluado por todo su entorno laboral, ya que recopila información percibida de sus jefes, subalternos, pares y del propio evaluado y en general de cualquier persona con el que se tenga contacto laboral. Dicho en otras palabras, esta herramienta de evaluación-retroalimentación nos permite identificar el nivel de efectividad, eficiencia y afectación que tiene el desempeño, así como definir las acciones necesarias para elevar el nivel mismo.

Algunas de las actividades necesarias para la implementación de esta estrategia son las siguientes:

1. Establecer la periodicidad de la aplicación (en el caso del personal de nuevo ingreso se recomienda hacerlo en el corto plazo y más frecuente).
2. Establecer los estándares del desempeño (adicionalmente el jefe deberá asegurar que el trabajador cuente con los recursos necesarios para su cumplimiento).
3. Realizar una medición del desempeño (de preferencia numérica: cuantitativa – cualitativa, o lo más objetiva posible).
4. Establecer los puestos que serán los evaluadores, así como su respectiva ponderación en la calificación final.
5. Establecer previamente las acciones específicas que aplicaran en caso de incumplimiento o cumplimiento de los estándares.
6. Creación de un formato.

### Justificación

El implementar el esquema del presente modelo, traerá múltiples beneficios a la empresa, entre los que podemos destacar principalmente los siguientes:

- Ambiente laboral y organizacional más proactivo, efectivo, eficiente y positivo.
- Aprovechamiento al 100% de la Capacidad instalada.
- Personal de primer nivel, con un alto compromiso hacia la mejora continua y los objetivos de la empresa.
- Incremento de la productividad, rentabilidad y nivel de competitividad de la empresa.
- Máximo aprovechamiento de los recursos tanto humanos, tecnológicos y de materiales en la empresa.
- Reducción de costos en la operación, quejas de clientes, mermas, accidentes, etc.
- Personal operario altamente motivado debido a la incentivación económica.

### Recomendaciones Finales

Se recomienda, iniciar a implementar el modelo en una línea piloto y una vez obtenido los resultados esperados, hacerlo extensivo al resto de los procesos productivos de la empresa en los cuales el factor humano sea el principal contribuyente al tiempo de proceso. Cabe mencionar que las estrategias arriba mencionadas, han sido aplicados de manera aislada unas de las otras, nunca de manera conjunta, en las empresas del giro textil y automotriz dentro del estado de Tlaxcala en las cuales hemos laborado. Aun así y de manera aislada, se ha generado un éxito rotundo en la productividad laboral, implicando de manera inicial un alto compromiso por parte de la Dirección y los departamentos involucrados.

### Referencias

Martínez Coll, Juan Carlos (2001): "Las necesidades sociales y la pirámide de Maslow". Recuperado el 10 Octubre del 2015, de [http://www.eumed.net/cursecon/2/necesidades\\_sociales.htm](http://www.eumed.net/cursecon/2/necesidades_sociales.htm)

A Guzmán Vásquez, MA Trujillo Dávila (2011). "Políticas de incentivos relacionadas con la investigación: una revisión crítica desde la Teoría de Contratos Estudios Gerenciales", ". Recuperado el 6 Octubre del 2015, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-59232011000300007&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232011000300007&lang=es)

Rodríguez Sacoto, M., Acosta Carranza, J (2010). "Orientaciones hacia el aprendizaje y el desempeño; con el trabajo duro e inteligente de la fuerza de ventas en las empresas del país", ". Recuperado el 22 Agosto del 2015, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10823>

Dorken, A., (2012). "Implantación de mejoras y el trabajo en equipos multidisciplinares". Recuperado el 12 Septiembre del 2015, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=210243>

Pérez Quizhpi, J., Silva Ramos, E., (2013). "Evaluación de desempeño 360 grados al personal de la carrera de Administración de Empresas". Recuperado el 9 Septiembre del 2015, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3540>

### Notas Biográficas

El **Ing. Fernando Gutiérrez Rosas** es estudiante del Instituto Tecnológico de Apizaco de la Maestría en Ingeniería Administrativa. Termino sus estudios universitarios en el Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Querétaro. Además ha laborado profesionalmente durante 18 años, para el sector industrial, dentro del giro automovilístico y Textil para empresas de renombre como las siguientes: Johnson Controls Automotive, Mahle Group, Grupo Warnaco, Grupo Delphi Automotive, etc. Ocupando cronológicamente el puesto de Supervisor, Coordinador, Jefatura y Gerencia en las áreas de Logística y Operaciones.

### APENDICE

Cuestionario utilizado en la implementación del modelo propuesto.

1. ¿Cómo puede la implementación y el presente modelo, generar una sinergia positiva en el personal operario y staff para ser la fuerza motriz que "empuje" la productividad, los procesos y mejoras dentro de una industria?
2. ¿Cuáles son las desventajas del presente modelo propuesto?
3. ¿Cuáles son los beneficios tangibles para toda la organización en la implementación de los sistemas de equipos multidisciplinares, de evaluación de 360 grados y de incentivos económicos variables condicionados e individuales?
4. ¿Qué beneficios económicos podrían percibir las personas que poseen habilidades que exceden las contempladas en los estudios de tiempos y movimientos o en las metas por turno establecidas?
5. ¿Qué elementos, supuestos o implicaciones requiere el modelo propuesto?

# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL RECICLADO

Paola Gisela Gutiérrez Sánchez<sup>1</sup>, Héctor Méndez Azúa<sup>2</sup>,  
Orlando Guarneros García<sup>3</sup> e Imelda Esparza Álvarez<sup>4</sup>

**Resumen**— Este trabajo presenta una propuesta metodológica para la implementación de un sistema de gestión de seguridad e higiene diseñado para industrias papeleras. La propuesta consiste en la elaboración de un diagnóstico para la identificación de necesidades y el desarrollo de una metodología para determinar los factores claves que permitan la instauración de un departamento de seguridad e higiene específico para esta industria. El trabajo contribuye con la identificación de normatividad mexicana aplicable, la determinación de temas de capacitación según normatividad y los procedimientos aplicables para el área de Seguridad e Higiene. Los beneficios son: reducción de accidentes, preparación de la documentación necesaria para inspecciones de condiciones de seguridad e higiene por la STPS y plan de capacitación para la industria del papel reciclado. La propuesta es validada en una industria de este ramo en la ciudad de San Luis Potosí.

**Palabras clave**—Seguridad e higiene industrial, accidente, acto inseguro, riesgo, condiciones inseguras.

## Introducción

La industria del papel reciclado esta creciendo en nuestro país, disminuyendo el impacto ambiental a través del reciclaje de materia prima, ofreciendo productos amigables con el medio ambiente, bajo normas de calidad propias del giro. Este crecimiento impacta en infraestructura, aumento de contrataciones, maquinaria que incrementa la producción y como resultado se acrecienta el riesgo de sufrir un accidente de trabajo, bajo este entorno la Seguridad e Higiene surge para consumir acciones en pro de la integridad de los trabajadores.

En el momento en que un trabajador sufre una lesión a causa del trabajo se presentan diversas consecuencias físicas, económicas, psicológicas y sociales que impactan tanto al trabajador como a la empresa; los expertos en el tema han definido dos principales causas para el acontecimiento de un accidente de trabajo: los actos inseguros y las condiciones inseguras, los cuales influyen directamente para que ocurra el accidente de trabajo.

Por una parte la empresa debe cubrir las condiciones inseguras, es decir mantener las instalaciones en buen estado procurando mantenimiento periódico así como mantener los equipos funcionales y seguros, capacitar al trabajador para la operación que debe realizar en su jornada de trabajo. Mientras que el trabajador, quien realiza los actos inseguros, debe seguir las instrucciones de operación, reglamentos que impone la empresa, utilizar su equipo de protección personal, asistir a la capacitación y acatar los lineamientos de seguridad.

## La seguridad industrial y la industria del papel reciclado en México

El ser humano tiene habilidades que le han permitido facilitar su forma de vida, creando nuevos objetos que le permiten realizar actividades comunes de manera mas cómoda. Es así como comienza la historia del hombre en la industria, nace de una necesidad que debe satisfacer, creando maquinaria que le permita avanzar rápido en la fabricación de sus objetos, dando inicio a la industria manufacturera. Esta industria utiliza diversos insumos, transformándolos en productos de consumo que a su vez requieren un empaque que permita la presentación, transporte y almacenamiento del producto.

Dentro de las materias primas que existen de mayor demanda en la actualidad para elaborar dicho empaque se encuentra el cartón. Existen dos tipos de cartón en el mercado, el cartón que es fabricado con fibra virgen o pulpa, es

---

<sup>1</sup> Paola Gisela Gutiérrez Sánchez cuenta con una Maestría en Planeación y Sistemas, grado obtenido en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Cuenta con amplia experiencia en Seguridad e Higiene Industrial en empresas de San Luis Potosí. (paola\_gisela04@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Héctor Méndez Azúa (**Autor correspondiente**) es Doctor en Automatización de Sistemas de Producción por el Institut National Polytechnique de Grenoble (Francia). Actualmente es Profesor, Investigador de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. hector.mendez@uaslp.mx

<sup>3</sup> El Dr. Orlando Guarneros García es Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. orlando.guarneros@uaslp.mx

<sup>4</sup> La Dra. Imelda Esparza Álvarez es Profesora-Investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. imelda.esparza@uaslp.mx

decir, que para su elaboración se utiliza madera como materia prima, siendo el principal productor y consumidor Estados Unidos de América con el 25% (FAO, 2014), y el cartón reciclado que como su nombre lo indica es elaborado a partir de la reutilización del cartón.

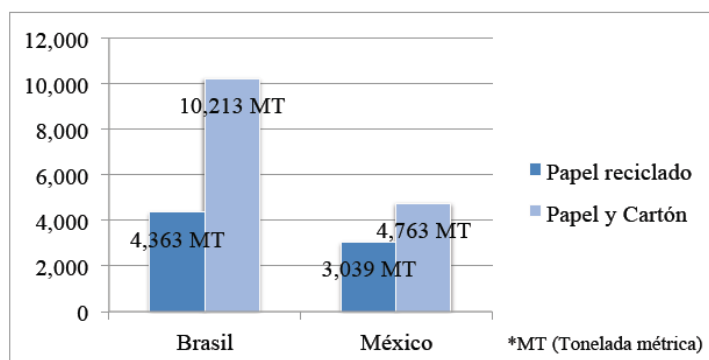


Figura 1 Principales productores de papel y cartón en América Latina (Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014)

En América Latina, Brasil es el mayor productor de papel reciclado, papel y cartón mientras que México ocupa el segundo lugar (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014), la Figura 1 muestra el panorama para elaborar no solo el empaque de los productos, si no también aquellos productos derivados del mismo papel.

Por otra parte la industria del papel es un terreno muy amplio el cual se puede delimitar por el tipo de consumo aparente (Ver Figura 2), y enfocarse en el papel utilizado para empaque. (Cámara del Papel, 2013)

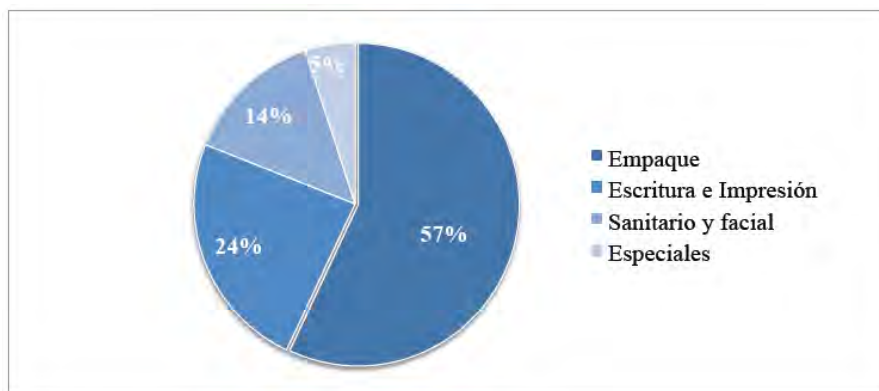


Figura 2 Consumo Aparente de papel en 2012 (Cámara del Papel, 2013)

Por ser uno de los sectores con mayor demanda, la industria del papel reciclado requiere de trabajadores capacitados en el uso de máquinas de papel, corrugadoras, impresoras entre otras necesarias para el proceso productivo, que permitan un desempeño adecuado en las actividades propias de esta industria. La maquinaria y equipo utilizado en esta industria es especializado y con riesgos a la integridad física de los operarios si no se operan adecuadamente. Esta industria tiene gran campo de acción para implementar medidas de seguridad industrial adecuadas a su giro.

Actualmente la seguridad industrial es un tema que ha abierto las puertas a muchas investigaciones en beneficio de los trabajadores, las cuales permiten diseñar la maquinaria no solo para aumentar la productividad sino también las características necesarias para que el operador pueda desarrollar sus actividades con el menor riesgo de lesiones posible.

En la industria del papel la maquinaria en gran parte se compone de rodillos, altas temperaturas y gran velocidad, lo que implica contar con lesiones que van desde pequeñas cortaduras hasta amputaciones o incluso la muerte; de tal forma es importante contar con medidas de seguridad adaptables a cada proceso dentro de la fabricación de papel reciclado. Las empresas que desarrollan maquinaria para la industria del papel han innovado en la maquinaria mejorando el proceso productivo e incluyendo puntos de seguridad, sin embargo es una industria en la cual la seguridad industrial no ha tenido el impacto adecuado comparado con la industria automotriz, esta última al contar



con tecnología de punta diseñada en países desarrollados incluye medidas de seguridad que prevén accidentes y mejoran las condiciones ergonómicas.

### **Sistema de Gestión de Seguridad e Higiene para la industria del papel reciclado**

La investigación surge de la necesidad de desarrollar un sistema de seguridad e higiene en la industria del papel reciclado. Para poder desarrollar la propuesta, se inicia presentando un diagnóstico de la situación actual. Este diagnóstico se realiza en la empresa caso de estudio de la que se habló anteriormente.

El análisis de la situación existente en la industria del papel reciclado, inicia con el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) que brinda un panorama en el que se encuentra el caso de estudio, continuando con las causas que generan los accidentes utilizando la herramienta del diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa el cual nos proporciona el análisis para identificar las verdaderas causas que están presentes en los accidentes de trabajo con la información obtenida a través de información básica de la empresa, datos estadísticos y reportes. Concluyendo con el análisis de datos estadísticos que incluyen grupos de edad, escolaridad y sexo, propios del caso de estudio.

Los actos inseguros son determinantes para la ocurrencia de un accidente de trabajo, como lo muestran el análisis de la situación actual, sin embargo, una cultura de seguridad es vital para la prevención, el factor humano es determinante en el cambio y a través de una capacitación adecuada a las necesidades tales como la edad y antigüedad ofrecerán resultados que impactaran en beneficios tanto para trabajadores como para la empresa.

De esta forma es posible concluir que lo necesario para el Sistema de Gestión de Seguridad e Higiene son los elementos de: capacitación y concientización para cubrir las necesidades de conocimiento de los trabajadores y sensibilizar a los mandos medios para que puedan identificar situaciones de riesgo en sus áreas de trabajo, cumplimiento legal el cual dará la pauta de los lineamientos que se deben cumplir, accidentes de trabajo y procedimientos los cuales disminuirán las incidencias.

#### *Propuesta metodológica*

El objeto de estudio radica en el engrane, que unirá las condiciones y los actos, y permitirá que ambos funcionen de manera armoniosa y permitan mejorar los procesos tendientes a ser incluyentes de la seguridad.

El engranaje necesario que requiere de personal para poder llevar a cabo la implementación, debe generar concientización en los mandos medios para que puedan visualizar el impacto de un accidente, no solo en la productividad si no el lado humano; en procedimientos que realmente sean desarrollados, implementados y comunicados para mejorar la seguridad de una empresa en constante evolución, mientras que el cumplimiento legal se cumpla para obtener los beneficios ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y sobre todo en la reducción de accidentes de trabajo, accidentes en los cuales se involucra la investigación, acciones correctivas y preventivas para disminuir el riesgo que representa el accidente y evitarlo. La capacitación que va de la mano con la concientización aspectos que generaran un cambio de la Cultura de Seguridad, El estudio se llevará a cabo mediante la observación e implementación de metodologías que han sido utilizadas por expertos en la materia, aplicándolas en la industria del papel reciclado, en la cual es imperante decir, es una industria con características propias las cuales deben ser atendidas para poder implementar un cambio. Se pretende que estas estrategias disminuyan los accidentes de trabajo en la empresa ubicada en zona industrial de San Luis Potosí, dedicada al reciclaje del cartón.

En base a los cinco elementos identificados, se utilizan herramientas que permitan desarrollar el Sistema de Gestión de Seguridad e Higiene.

#### *Concientización y Capacitación*

Concientizar o sensibilizar a mandos medios y gerencias es parte fundamental para crear una cultura de seguridad la cual debe fluir iniciando con el nivel superior de la estructura organizacional y culminar con la fuerza operativa. Para esta parte de concientización se proponen charlas de seguridad a los jefes de área, en donde se indiquen los principales riesgos de trabajo, las consecuencias de los accidentes de trabajo y la prevención. Así mismo es importante que estén inmersos en el programa de capacitación no solo para facilitar el impartirlo sino asistiendo a cada curso programado para reforzar su compromiso con un ambiente de trabajo seguro.

#### *Procedimientos*

La elaboración de procedimientos de seguridad es un factor importante, como se ha hecho mención a lo largo de este trabajo, los procedimientos tienen un formato establecido el cual está basado en ISO 9000 (Norma sobre calidad y gestión de calidad).

#### *Cumplimiento Legal*

La Secretaría de Trabajo y Previsión Social, ha tenido a bien realizar diversas herramientas que apoyan a los centros de trabajo tanto para determinar el cumplimiento de la normatividad como para realizar programas enfocados a disminuir los accidentes de trabajo.

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, se indica la necesidad de contar con sistemas electrónicos a fin de poner a disposición de las empresas medios a través de los cuales puedan determinar el grado de cumplimiento

que tienen con respecto a la normatividad, y con ello implementar acciones de seguridad para contar con lugares de trabajo seguros.

Se ha establecido un sistema sencillo y funcional que permite llevar a cabo la autoevaluación del cumplimiento de la normatividad, se deben presentar dos módulos de evaluación ASINOM (Asistente para la Evaluación de la Normatividad) (STPS, 2012) y EVANOM (Evaluación de la Normatividad) (STPS, 2012) al finalizar estos módulos se puede dar inicio a DECLARALAB (Sistema para Declarar las Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo) con el cual la empresa informa a la STPS sobre los riesgos que tiene dentro del centro de trabajo, y las medidas que toma para disminuirlos.

Los objetivos de estas herramientas son establecer un sistema sencillo y funcional, que permita llevar a cabo la autoevaluación del cumplimiento de la normatividad laboral en la empresa. De los resultados de la autoevaluación establecer compromisos dirigidos a elevar el grado de cumplimiento de la normatividad en materia laboral y en consecuencia reducir los riesgos de trabajo.

#### *Accidentes de Trabajo*

La prevención es la principal herramienta para disminuir los accidentes, sin embargo las acciones que se toman después de un accidente son primordiales para iniciar con los cambios necesarios a fin de evitar nuevos accidentes de trabajo.

La investigación después de un accidente de trabajo es fundamental para conocer tanto los actos y condiciones inseguras que propiciaron el accidente, la propuesta radica en seguir el modelo presentado por Jacinto B. Hernández (Hernández, 2007)

### **Implementación del sistema de gestión de seguridad**

Tal como se ha hecho mención hasta ahora, la seguridad e higiene es un trabajo en conjunto en el que deben interactuar tanto el patrón como el trabajador, tal cual lo dicta la normatividad aplicable en seguridad e higiene en México, en ella se especifican las obligaciones para cada parte, no se pueden dejar al azar las decisiones y acciones que deben de tomarse para la prevención de accidentes de trabajo, las tareas encaminadas a tal fin debe ser preventivas y no correctivas.

#### *Concientización y Capacitación*

Presentar información de seguridad e higiene a los trabajadores no debe ser tedioso para ellos, por el contrario se debe generar el interés por conocer mas acerca de temas de seguridad e higiene, a bien se tiene el decir que un trabajador bien instruido es un trabajador seguro. Los métodos de enseñanza aportados (Hernández Fernández, Valdés Marín, & Ulloa Santiler, 2014) proporcionan una guía para tener en cuenta en los cursos de seguridad e higiene propuestos.

Los temas que impartidos se muestran en la Tabla 1. Como se ha hecho mención, estos temas están basados en las exigencias de la normatividad aplicable al caso de estudio, es importante destacar que la STPS realiza inspecciones en Materia de Seguridad e Higiene y Capacitación y Adiestramiento para la industria (STPS, 2015) y es un requerimiento contar con evidencia que demuestre el cumplimiento de los puntos de inspección, tal evidencia radica en listas de asistencia, Constancia de habilidades (Formato DC-3, STPS), evaluaciones y fotografías.

<b>TEMAS</b>	
Manejo de Extintores <b>NOM-002-STPS-2010</b>	Ruido <b>NOM-011-STPS-2001</b>
Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria <b>NOM-004-STPS-1999</b>	Condiciones térmicas elevadas <b>NOM-015-STPS-2001</b>
Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas <b>NOM-005-STPS-1998</b>	Iluminación <b>NOM-025-STPS-2008v</b>
Manejo de cargas <b>NOM-006-STPS-2014</b>	Señalización y sus elementos <b>NOM-026-STPS-2008</b>
Riesgos en Trabajos en alturas <b>NOM-009-STPS-2011</b>	Equipo de Protección Personal <b>NOM-017-STPS-2008</b>
Recipientes sujetos a presión <b>NOM-020-STPS-2011</b>	Sustancias Químicas <b>NOM-018-STPS-2000</b>
Riesgos por electricidad estática <b>NOM-022-STPS-2008</b>	Introducción a Comisión de Seguridad e Higiene <b>NOM-019-STPS-2011</b>
Riesgos en trabajos de Soldadura y Corte <b>NOM-027-STPS-2008</b>	Colores y señales de seguridad <b>NOM-026-STPS-2008</b>

Tabla 1. Temas de capacitación (Fuente: Elaboración propia)

### Procedimientos

La elaboración de procedimientos depende de cada área de trabajo, sin embargo en materia de Seguridad e Higiene se deben tener los procedimientos mostrados en la Tabla 2, según la normatividad aplicable al caso de estudio.

Procedimiento	Normatividad
Manejo y almacenamiento de materiales en forma manual	NOM-006
Manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas	NOM-005
Instalación, operación y mantenimiento de los sistemas o equipos utilizados en los trabajos en altura.	NOM-009
Comisión de Seguridad e Higiene	NOM-019
Operación, revisión y mantenimiento de los recipientes sujetos a presión	NOM-020
Soldadura y corte	NOM-027
Mantenimiento de las instalaciones eléctricas	NOM-029
Actividades peligrosas y trabajos en espacios confinados.	NOM-005, NOM-017 NOM-019, NOM-027, NOM-029
Investigación de accidentes	NOM- 030

Tabla 2. Procedimientos de Seguridad e Higiene (Fuente: Elaboración propia)

### Cumplimiento Legal

Las herramientas presentadas anteriormente ASINOM y EVANOM, son herramientas en línea, la empresa debe registrarse para poder obtener los beneficios completos.

Para utilizar la primer herramienta ASINOM se capturan los datos de usuario necesarios, el asistente nos pide elegir entre la captura de las áreas, departamentos o procesos de trabajo, la siguiente pantalla inicia con la determinación de grado de incendio, en lo subsecuente se deben capturar cifras del centro de trabajo para poder terminar con un resumen de la aplicación en donde se muestra la normatividad aplicable dentro del centro de trabajo que utiliza ASINOM y se resume en la Tabla 3.

Número	NOM
<b>Normas de Seguridad</b>	
NOM-001	Edificios, locales e instalaciones
NOM-002	Prevención y protección contra incendios
NOM-004	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria
NOM-005	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas
NOM-006	Manejo y almacenamiento de materiales
NOM-009	Trabajos en altura
NOM-020	Recipientes sujetos a presión y calderas
NOM-022	Electricidad estática
NOM-027	Soldadura y corte
NOM-029	Mantenimiento de instalaciones eléctricas
<b>Normas de Salud</b>	
NOM-011	Ruido
NOM-015	Condiciones térmicas elevadas o abatidas
NOM-025	Iluminación
<b>Normas de Organización</b>	
NOM-017	Equipo de protección personal
NOM-019	Comisiones de seguridad e higiene
NOM-021	Informes sobre riesgos de trabajo
NOM-026	Colores y señales de seguridad
NOM-030	Servicios preventivos de seguridad y salud

Tabla 3. Normatividad aplicable a la industria del papel reciclado (Fuente: (STPS, 2012))

La segunda herramienta a utilizar, EVANOM, resulta ser mas elaborada ya que por cada norma aplicable se despliegan los requisitos que se deben cumplir, la herramienta funciona de la misma forma que ASINOM, se muestra la pagina de inicio de la evaluación, está pagina se muestra después de introducir el usuario y contraseña correspondiente a la empresa, una vez que se elige el centro de trabajo en la siguiente pantalla se enlistan las normas

aplicables al centro de trabajo, al elegir una se inicia el proceso de captura según la norma seleccionada, en la primer pantalla la cual muestra la evaluación que se realizara a la NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, recordando que es el principal riesgo que tiene el caso de estudio. Después de seleccionar el primer punto a evaluar se despliega una nueva pantalla en la cual la evaluación es mas especifica aún, la herramienta permite crear un programa de acciones para cada punto, si este no se encuentra completo se pueden programar las actividades y responsables. Al finalizar la captura de toda la normatividad la herramienta proporciona un programa de acciones según se hayan capturado. Esta herramienta resulta ser de gran utilidad para la planeación de las acciones correctivas.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se estudiaron cinco factores que influyen en el sistema de gestión de seguridad e higiene: concientización, capacitación, procedimientos, cumplimiento legal y accidentes de trabajo. Los cuales permitieron generar la metodología para la implementación y desarrollo de un departamento de seguridad en la industria del papel reciclado. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de accidentes de trabajo, determinación de índices para factores analizados, así como las herramientas utilizadas para determinar la normatividad mexicana aplicable a la industria del papel reciclado.

#### *Conclusiones*

Los resultados demuestran la necesidad de mantener datos estadísticos de accidentes con sus respectivos índices, esto prepara a la empresa para poder tomar decisiones con base numérica, siendo importante medir la situación actual para determinar si las decisiones que se tomen reducirán los índices, así como el impacto que tendrán. Es indispensable el involucramiento de los altos mandos a lo largo de la ejecución de acciones ya que refleja el interés y preocupación por la fuerza productiva, a su vez impactara seriamente en los resultados obtenidos. La ausencia de cultura en materia de seguridad industrial fue determinante para la ocurrencia de accidentes, así como la falta de un departamento encargado de las actividades que conlleva la seguridad e higiene. Fue quizás inesperado el haber encontrado que en el caso de estudio fue necesario un accidente fatal para que una propuesta de este tipo fuera tomada seriamente y se pensara formalmente en la implementación del sistema de gestión de seguridad e higiene.

Invertir en mejorar las condiciones de seguridad e higiene dentro de la industria del papel reciclado es una acción imperante, sin embargo, el contar con una estructura formal, personal capacitado con metas y actividades claras que permita realizar las actividades contenidas en este trabajo será una inversión que a largo plazo reflejará sus beneficios dentro de la organización, ofreciendo estabilidad, control, innovación, seguimiento y principalmente la prevención.

La capacitación con respecto a los temas que resultaron del uso de las herramientas que ofrece la Secretaria del Trabajo y Previsión Social, genera un panorama de reducción de accidentes, sin embargo es importante dar continuidad a ese programa.

Continuar con el análisis estadístico de los accidentes para poder mantener las referencias indispensables con los índices que se han generado.

#### *Recomendaciones*

La seguridad industrial esta en constante innovación, por lo cual es inminente continuar con estudios que ofrezcan nuevos métodos que permitan mantener la integridad física de los trabajadores, siendo un nuevo reto de investigación los factores psicosociales para prevenir los accidentes de trabajo.

### Referencias

Cámara del Papel. (2013). *Indicadores relevantes de la Industria de la Celulosa y del Papel*. Retrieved 08 de 2013 from [www.camaradelpapel.com.mx](http://www.camaradelpapel.com.mx)

FAO. (2014). *Producción y consumo de los productos forestales*. Retrieved Marzo de 2016 from <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938@180723/es/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). *Productos Forestales 2008-2012* (203 ed.). Roma.

Hernández Fernández, H., Valdés Marín, M., & Ulloa Santiler, N. M. (2014). Propuestas metodológicas para elevar la calidad de la capacitación en seguridad y salud en el trabajo. *Revista Infociencia*, 18 (3).

Hernández, J. (2007). Investigación de accidentes y análisis de fallas de barreras preventivas. *Energética*, XXVIII (1/2007), 27-37.

STPS. (2012). *Asistente para identificar las NOM's*. Retrieved 2015 from <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroAsistenteLogin.aspx>

STPS. (2012). *Evaluación del Cumplimiento de la Normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo*. From <http://evanom.stps.gob.mx:8183/Login/LoginCT.aspx>

# La Entropía como una medida en la Música

Víctor Ernesto Gutiérrez Velázquez<sup>1</sup> y Dr. Alfonso Pérez Sánchez<sup>2</sup>

**Resumen**— En Termodinámica, la entropía se interpreta como una medida de la distribución aleatoria de un sistema. Coloquialmente, suele considerarse que la entropía es el desorden de un sistema, es decir, su grado de homogeneidad. En estudios recientes, se ha podido establecer una relación entre la entropía física y la entropía de la teoría de la información. El objetivo de este trabajo es estudiar la entropía, a partir de la teoría de la información, para usarla como una medida estadística del desorden (como medida entrópica) en una pieza musical. Dado que la información proporcionada en una composición sonora puede contabilizarse y recopilarse de una manera similar a como se establece en la teoría de la información, la intención es encontrar un método para poder evaluar la medida de la entropía en una obra, por medio de la partitura o de una grabación, que permita una mayor comprensión de la música analizada.

**Palabras clave**— Teoría de la información, entropía, musicología.

## Introducción

En la década de 1850, Rudolf Clausius estableció los conceptos iniciales de la segunda ley de la termodinámica y en 1865 acuñó el término de *entropía*. Refiriéndose ésta última, a una propiedad de estado como lo es la temperatura, la presión, el volumen, etc. Estas ideas surgieron para desarrollar una teoría mecánica del calor. La relación entre la segunda ley de la termodinámica y la entropía establecía que “*Cuando surgen cambios dentro de un sistema cerrado, su entropía aumenta (en los procesos irreversibles) o permanece constante (en los procesos reversibles). Nunca disminuye*”<sup>3</sup>. Siendo entonces la entropía una medida del “desorden” de un sistema. Pronto este concepto comenzó a definirse más claramente de forma matemática, concretamente de forma estadística con lo cual se generalizó.

La teoría de la información<sup>4</sup> fue fundada por el matemático e ingeniero electricista Claude Shannon. En su trabajo, demostró que las fuentes de información pueden medirse. Los métodos de codificación de la teoría de la información y la medida de la entropía en la proporcionada por Shannon, pueden utilizarse en una obra musical, ya que podemos presentar las notas musicales como una cadena de información.

## Descripción del Método

Siguiendo los principios de la teoría de la información trataremos de elaborar una forma para medir la entropía (según la fórmula de dicha teoría).

La música tiene cuatro parámetros fundamentales para su estudio y análisis: la melodía, el ritmo, la armonía y el tempo. Para este propósito nos centraremos sólo en la entropía de una línea melódica, es decir, una sucesión de notas sin tomar en cuenta la armonía (notas sonando en un mismo tiempo). También prescindiremos del aspecto rítmico, esto es, la duración temporal de cada sonido y del tempo (la velocidad de una pieza musical). Consideremos que los aspectos que no estamos tomando en cuenta pueden estudiarse por separado, es decir, a cada aspecto se le puede hacer un análisis para poder medir su entropía.

## Entropía de una distribución de probabilidad

En la estadística se manejan distintas medidas de entropía, dependiendo de si se emplea una variable aleatoria<sup>5</sup> continua o discreta. La entropía de una distribución de probabilidad es una medida de la incertidumbre asociada al proceso aleatorio que modela dicha distribución. Es decir, un proceso aleatorio con una distribución de probabilidad muy concentrada en su media estadística, podría considerarse menos incierto, en comparación con un proceso que tenga alta dispersión en su distribución.

Estadísticamente, dada una variable aleatoria  $X$  con densidad de probabilidad  $f(x)$  y soporte  $S$ , la entropía se define como<sup>6</sup>:

<sup>1</sup> Víctor Ernesto Gutiérrez Velázquez es estudiante de la Lic. en Música en el Departamento de Música y de la Lic. en Ciencias de la Computación en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México, [victor.gutierrez@cimat.mx](mailto:victor.gutierrez@cimat.mx)

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

<sup>3</sup> Tomado de Resnick, Robert (2013), p. 551.

<sup>4</sup> Traducción del inglés *Information Theory*.

<sup>5</sup> Función que asigna un valor numérico al resultado de un experimento aleatorio.

<sup>6</sup> La fórmula aparece en Cover, Thomas M.; Thomas, Joy A. (2006), p. 243.

$$1) H(X) = - \int_S f(x) \log f(x) dx$$

En una obra musical, las notas, el ritmo, la armonía y el tempo, constituyen un sistema discreto.

### Entropía discreta de una fuente

La teoría de la información nos habla sobre una fuente de información<sup>7</sup>, la cual nos proporciona un alfabeto fuente y una probabilidad asociada a los elementos de dicho alfabeto.

En este primer acercamiento restringiremos nuestro alfabeto a las doce notas cromáticas contenidas en una octava<sup>8</sup>. Consideremos que en este aspecto estamos restringiendo bastante el ámbito real de una obra musical, pues generalmente los registros abarcados por una obra son mayores.

Para nuestro primer estudio hemos seleccionado la Suite No. 1 para Cello de J. S. Bach (BWV 1007<sup>9</sup>) que consta de una sola línea melódica<sup>10</sup>. Observemos la célula motívica del primer compás:



Figura 1. Primer Compás, BWV 1007

En este caso nuestro alfabeto consta de las notas sol, re, si y la. La nota sol aparece un total de dos veces, el re seis veces; si seis veces y la, dos veces. Por lo cual en total tenemos 16 notas. Nos referiremos a las notas por su nombre en el sistema de notación musical anglosajón. Es decir, nuestro alfabeto será,  $S = \{g, d, b, a\}$ . A partir de esto, podemos asignarle a cada nota una probabilidad de ocurrencia

$$P(g) = \frac{1}{8}, P(d) = \frac{3}{8}, P(b) = \frac{3}{8}, P(a) = \frac{1}{8}$$

con lo cual tenemos una distribución de probabilidad.

Este alfabeto y distribución de probabilidad nos dan lo que en teoría de la información se le llama una fuente de información<sup>11</sup>.

La entropía de una fuente información viene definida como<sup>12</sup>:

$$2) H(S) = \sum_{i=1}^q p_i \log \frac{1}{p_i}$$

Entonces, para este caso tenemos:

$$H(S) = H\left(\frac{1}{8}, \frac{3}{8}, \frac{3}{8}, \frac{1}{8}\right) = \frac{1}{8} \log 8 + \frac{3}{8} \log \frac{8}{3} + \frac{3}{8} \log \frac{8}{3} + \frac{1}{8} \log 8 = 1.811$$

Observemos que la entropía definida de esta forma depende solamente de la distribución de probabilidad de la fuente. Este prelude consta de un total de 42 compases, podemos continuar con este cálculo para cada compás, tomando en cuenta la diferencia de octavas, y posteriormente sin tomar en cuenta ese criterio. Efectuando el cálculo utilizando el software R<sup>13</sup>, obtenemos las siguientes tablas:

<sup>7</sup> Traducción del inglés: *Information Source*.

<sup>8</sup> Una octava es el ámbito comprendido entre dos notas en las cuales una tiene el doble de frecuencia que otra, por ejemplo, la<sub>4</sub> (440Hz) y la<sub>5</sub> (880Hz).

<sup>9</sup> Clave del *Bach-Verke-Verzeichnis* (Catálogo de las obras de Bach).

<sup>10</sup> Los tres ejemplos musicales fueron extraídos de la edición de Alfred Dörrfel (1879), que es de dominio público.

<sup>11</sup> *Information Source*.

<sup>12</sup> La fórmula aparece en: Roman, Steve (1996), p. 73.

<sup>13</sup> R Software, por *The R Foundation*.

Compás	Entropía	Compás	Entropía	Compás	Entropía
1	1.811	15	1.405	29	2.973
2	1.811	16	1.811	30	2.952
3	1.811	17	1.811	31	2.311
4	1.727	18	1.811	32	2
5	3	19	3.625	33	1.966
6	1.405	20	2.25	34	1.794
7	2.602	21	2.25	35	1.501
8	1.811	22	3.378	36	1.501
9	3.5	23	2.872	37	2.771
10	2.483	24	3.405	38	2.5
11	2.108	25	3.24	39	1.405
12	2.625	26	3.077	40	1.405
13	1.5	27	3	41	1.405
14	2.875	28	3.327	42	1.584

Tabla 1. Valor de la entropía por compás, tomando en cuenta octavas

Compás	Entropía	Compás	Entropía	Compás	Entropía
1	1.811	15	1.405	29	2.789
2	1.811	16	1.811	30	2.78
3	1.811	17	1.811	31	2.052
4	1.677	18	1.811	32	2
5	2.524	19	2.733	33	1.966
6	1.405	20	2.25	34	1.794
7	2.352	21	2.25	35	1.501
8	1.811	22	2.931	36	1.501
9	2.733	23	2.702	37	2.521
10	2.18	24	2.75	38	2.216
11	2.108	25	2.452	39	1.405
12	2.375	26	2.655	40	1.405
13	1.5	27	2.577	41	1.405
14	2.524	28	2.577	42	0.918

Tabla 2. Valor de la entropía por compás, sin tomar en cuenta octavas

El cambio en el valor de la entropía en relación con el preludio lo podemos ver en los siguientes gráficos

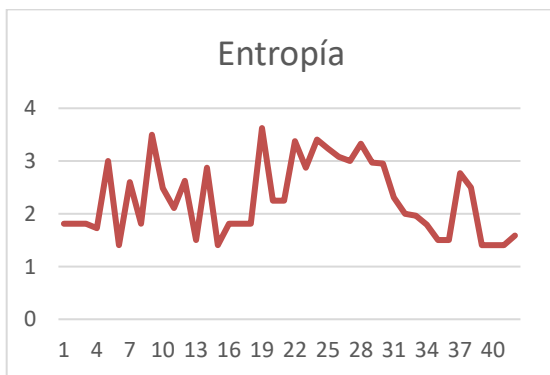


Figura 2. Valor de la entropía con octavas

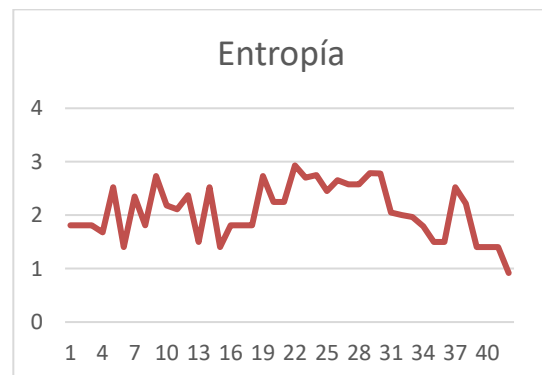


Figura 3. Valor de la entropía sin octavas

Por medio de un breve análisis observamos que los cambios más repentinos en la entropía, se da en puntos importantes de la obra. Observemos por ejemplo que hay una máxima entropía en el intervalo contenido entre los compases 22 a 30, lo cual coincide en el análisis formal de la obra con su parte climática (de manera subjetiva) y el desarrollo de la misma. También observamos que tenemos resultados muy distintos si se consideran las octavas (pues el alfabeto es mayor). Esto deriva en una mayor cantidad de entropía en la obra, lo cual concuerda con la impresión subjetiva de mayor variedad, o una textura más compleja, que tiene un pasaje motivico que incluye un registro mayor a una octava, contrario a uno que está restringido a una octava.

En específico, en ambas tablas, los compases que obtuvieron la menor entropía (1.405) son los que realizan un patrón simplificado de la célula motivica inicial, nos referimos a los compases: 6, 15, 30, 40 y 41 donde hay una secuencia de tres notas. Mientras que célula motivica inicial que aparece en la figura 1, está conformada por cuatro notas y obtienen una entropía del 1.811 (compases 1, 2, 3, 8, 16, 17 y 18). Por el contrario, compases como el 9, 19, 22 y 24 presentan una entropía igual o superior al 3.378 en la tabla 1, e igual o superior a 2.733 en la tabla 2.

Tomemos por ejemplo el compás 24 que tiene una entropía de 3.405 / 2.75 respectivamente y que presenta un melisma en torno a la nota re con mi $\flat$  y do $\sharp$  como notas de semitono contiguas.



Figura 4. Compás veintidós, BWV 1007

Y contraponámoslo frente al compás 39 donde tenemos un patrón sobre el acorde de sol mayor en segunda inversión, que presenta una entropía de 1.405.



Figura 5. Compás treinta y nueve, BWV 1007

Haciendo un conteo general de las notas (sin octavas) que aparecen en la obra, obtenemos el siguiente resultado, lo cual nos da un valor de la entropía del prelude de 3.095:

Nota	Cantidad	Nota	Cantidad
G	95	A	133
G $\sharp$	5	G	95
A	133	D	94
A $\sharp$	4	F $\sharp$	84
B	80	B	80
C	53	E	63
C $\sharp$	27	C	53
D	94	C $\sharp$	27
D $\sharp$	6	F	12
E	63	D $\sharp$	6
F	12	G $\sharp$	5
F $\sharp$	84	A $\sharp$	4
Total	656	Total	656

Tabla 3. Cantidad de notas en el prelude BWV 1007



En particular, y al tener en cuenta que el preludio está en la tonalidad de Sol mayor, llama la atención que la nota más frecuente sea A en lugar del G. Aunque, por otro lado, era previsible la poca incidencia de las notas D#, G#, y A# al ser extrañas al lenguaje tonal de este tipo de pieza del repertorio barroco.

### Comentarios finales

#### *Elaboración de un método*

El breve análisis aquí mostrado proporciona un primer acercamiento a lo que pudiera ser un método de análisis para una obra. En dicho análisis deberían evaluarse de una forma similar los demás aspectos musicales de la obra. Tal como el ritmo (melódico y armónico) y la armonía. En esta última, podría considerarse el alfabeto como las regiones tonales que ocurren en la pieza.

Es importante hacer notar el hecho de que, si bien no se ha obtenido algún resultado concluyente, el análisis aquí mostrado coincide en varios puntos con el clásico tipo de análisis que se suele aplicar a una obra musical (aspectos formales y armónicos), el cual en ocasiones se basa en criterios subjetivos. Esperamos que este trabajo ayude a proporcionar herramientas objetivas para el trabajo analítico de una obra musical.

#### *Obras no tonales y obras no temperadas*

También hay que resaltar que ciertas obras abarcan registros sonoros más amplios, con los cuales la cantidad de notas aumentaría (tal como ocurre con los microtonos).

Por su parte, las obras no tonales, como por ejemplo en el serialismo, se caracterizan por el uso de una serie (una sucesión de las 12 notas cromáticas) que se va repitiendo con ciertas variaciones. En este caso, considerar sólo la aparición de las notas derivaría en una distribución completamente uniforme (pues todas las notas aparecen casi la misma cantidad de veces). Para un mejor estudio deberían considerarse otros aspectos, tales como el registro de octavas (que es una de las cualidades melódicas más sobresalientes de esa música) o el manejo de las series, es decir, el alfabeto a considerarse puede ser las diferentes formas de usar una serie.

#### *Interpretación de los resultados*

La parte más importante de este proceso debe ser el interpretar estos resultados y darles un significado. Tanto de manera estadística (qué significa estadísticamente dentro de la obra), como musicalmente. En este último término, pueden estar incluidos diferentes aspectos. ¿La entropía nos da un parámetro sobre la complejidad de la obra? ¿Nos dice algo sobre el estilo compositivo?

También hay que poner en consideración que en el aspecto interpretativo se podría elaborar un cálculo y análisis de la entropía, usando para esto las grabaciones. Esto es una posible línea de investigación futura que es posible dado que los registros sonoros de música capturan la lectura que el intérprete hace de la partitura por medio de un instrumento musical. En este sentido, las versiones sonoras presentarán pequeñas divergencias que son inherentes a la naturaleza humana. Afortunadamente, los visualizadores de onda y espectrogramas nos permiten realizar análisis cuantitativos de distintos parámetros musicales que pueden ser cuantificados con un grado aceptable de exactitud, sobre fluctuaciones de tiempo, dinámica y altura, que se marcan de forma digital en la representación de la visualización de la onda sonora<sup>14</sup>.

El responder estas preguntas y plantear nuevas, es lo que develará el verdadero valor musicológico que este tipo de análisis cuantitativo nos aporta.

### Referencias

Bach, J. S. (ca. 1717). *Sechs Suiten für Violoncello*, Alfred Dörrfel (ed.), Bach-Gesellschaft Ausgabe, Band 27.1, Leipzig: Breitkopf und Härtel, 1879. Plate B.W. XXVII (1).

Beran, Jan (2003). *Statistics in Musicology*, Chapman & Hall.

Clausius, R. (1850). «Über die bewegende Kraft der Wärme».

Cover, Thomas M.; Thomas, Joy A. (2006). *Elements of Information Theory*. Wiley-Interscience.

Pérez Sánchez, Alfonso (2013). "Líneas de investigación, fuentes y recursos en relación con la grabación sonora", *TRANS-Revista Transcultural de Música*, SIBE-Sociedad de Etnomusicología y Rama española de la IASPM (International Association for the Study of Popular Music), n°17.

<sup>14</sup> Para información sobre las posibilidades de este tipo de programas informáticos véase Pérez Sánchez (2013), en especial las páginas 16-27.

Resnick, Robert; Halliday, David; Krane, Kenneth S. (20113). *Física*, Vol. 1, Grupo Editorial Patria.

Roman, Steve (1996). *Introduction to Coding and Information Theory*, Springer.

Shannon, Claude Elwood (1948). «A mathematical theory of communication». *Bell System Technical Journal*, Vol. 27.

### Notas Biográficas

El estudiante de licenciatura **Víctor Ernesto Gutiérrez Velázquez** realiza sus estudios de Lic. en Música Instrumentista en el Departamento de Música de la Universidad de Guanajuato, así como la Lic. en Ciencias de la Computación en el Departamento de Matemáticas de la misma universidad. Ha participado en eventos como el Festival de Guitarra del Instituto Cultural de León, el Festival de Guitarra del Departamento de Música de la Universidad de Guanajuato y el Ciclo Alfaguara de Música Antigua. Obtuvo el primer premio en el 1er. Concurso de Música del Instituto Cultural de León (categoría de cuerdas punteadas), así como Medalla de Oro en la 9ª Olimpiada Mexicana de Informática.

El **Dr. Alfonso Pérez Sánchez** es profesor de tiempo completo y coordinador de los programas del Nivel Medio Superior Terminal en el Departamento de Música de Universidad de Guanajuato. Asimismo, forma parte del Núcleo Académico Básico del Posgrado en Artes (maestría y doctorado) de la división de Arquitectura, Arte y Diseño, CGT, de dicha Universidad. Es Doctor en Historia y Ciencias de la Música por la Universidad Complutense de Madrid (Sobresaliente Cum Laude) y Maestro en Música (interpretación pianística) por el San Francisco Conservatory of Music, donde estudio con una beca Fulbright. Además, obtuvo la Licenciatura en Música, piano, en la Universidad de Guanajuato (Cum laude). Es miembro candidato del Sistema Nacional de Investigadores del CONACyT y cuenta con el perfil PRODEP. Sus campos de especialización son la musicología aplicada al análisis de la interpretación musical, el estudio integral de la grabación sonora comercial y la memética musical como herramienta para el análisis de transmisión cultural.

# Eventos que han definido la vida laboral en la ciudad de Chihuahua

M.C.A. Luz Elena Gutiérrez Villalobos,<sup>1</sup>M.C.A. Mirna Portillo Prieto,<sup>2</sup>M.M. Dinorah Albigaldi Ramos  
Gutiérrez<sup>3</sup>,M.C. Juan Aguilar Vázquez<sup>4</sup>

**Resumen**—Mientras que el espacio local sigue siendo el ámbito de interacción social y política de las empresas, las relaciones productivas se sincronizan con la dinámica de una cadena productiva de dimensión espacial global. Es claro que en este proceso tanto empresas como instituciones de una región cumplen un proceso de reacomodo de sus relaciones, un proceso que podemos denominar de aprendizaje y ajuste. Donde la dinámica de aprendizaje puede adquirir diversas configuraciones dependiendo del comportamiento de los actores económicos e institucionales. En el caso del estado de Chihuahua un cambio de la vocación rural, agrícola y comercial a una basada en las empresas de exportación, desarticulando la base de producción de origen y convirtiéndola en un nicho de especialización.

**Palabras clave**— relaciones productivas, aprendizaje, empresas de exportación, especialización.

## Introducción

Las ciudades sufren un proceso de cambio continuo como consecuencia de la ampliación de actividades productivas, la introducción de innovaciones que modifican los procesos de aprendizaje productivos y relacionales y la evolución en la complejidad de las redes que introduce nuevas formas de cooperación y conflicto.

Los procesos de desarrollo no se producen en el vacío, sino que tienen profundas raíces institucionales y culturales. Cada sociedad alienta el desarrollo de formas específicas de organización e Instituciones que le son propias y donde los actores sociales asumen decisiones que pueden apoyar u obstaculizar el crecimiento económico.

Las estrategias desarrolladas por los grupos sociales inciden en los cambiantes procesos políticos y productivos que orientan la creación de nuevas competencias. Las alianzas y pactos que consolidan este espacio han sido cambiantes en función de las coyunturas políticas (alternancia de partidos políticos PAN/PRI). La oportunidad de grupos locales en utilizar la inversión extranjera y la proximidad geográfica con Estados Unidos.

El conjunto de relaciones tangibles e intangibles que desarrollan los diferentes actores institucionales que actúan en la región constituyen las complementariedades para difundir las innovaciones y el conocimiento.

La creación del conocimiento no es solo un producto de la recombinación del conocimiento codificado y de la socialización del conocimiento a partir de la interacción con otros agentes.

El Producto Interno Bruto (PIB), es una medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final del país o entidad. Además, en condiciones generales, el PIB puede proporcionar una idea sobre el crecimiento económico. El cálculo del PIB, se obtiene al sumar cuánto valen en pesos todos los bienes y servicios de consumo final que se producen en un año. Después, se obtiene el PIB per cápita dividiendo el PIB de la entidad entre el número de personas que viven en ella. El Estado de Chihuahua en 2012 representó el 2.74%, con respecto al total nacional del PIB, y en comparación con el año anterior tuvo un incremento del 5.94%. Así mismo, el PIB per cápita en la Ciudad de Chihuahua se calcula en 10 mil 386 dólares, ocupando el tercer lugar a nivel nacional. Se denomina Población Económicamente Activa (PEA), a todas las personas que aportan trabajo para la producción de bienes y servicios durante un período específico. Es por eso, que este sector de la población es determinante para el desarrollo económico en el municipio. El INEGI, en su información más reciente al año 2010, indica que el Municipio de Chihuahua tiene una PEA de 351,995 personas (213,927 hombres y 138,068 mujeres), representando poco más del 25% de la total del estado. Por otra parte, estos datos nos corroboran que más de 248 mil personas en edad de emplearse no se encuentran económicamente activas, lo que se traduce en la necesidad de contar con mayores oportunidades de empleo.

## POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) EN EL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA

<sup>1</sup>M.C.A. Luz Elena Gutiérrez Villalobos, Profesora del área de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [lutierr@itch.edu.mx](mailto:lutierr@itch.edu.mx) ; [lucyl\\_3@hotmail.com](mailto:lucyl_3@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>M.C.A. Mirna Portillo Prieto, Profesora del área de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [mportillo2001@yahoo.com](mailto:mportillo2001@yahoo.com)

<sup>3</sup>M.M. Dinorah Albigaldi Ramos Gutiérrez, profesora del área de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [albigaldi@hotmail.com](mailto:albigaldi@hotmail.com)

<sup>4</sup>M.C. Juan Aguilar Vázquez, Profesor del área de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [juanito@itchihuahua.edu.mx](mailto:juanito@itchihuahua.edu.mx)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Población Total	819,453	871,249	922,847	974,294	1,025,588	1,076,728
PEA 14+	351,727	377,140	402,535	427,859	452,841	477,595
Población Ocupada	334,413	354,139	378,390	403,051	425,228	448,474
Población Desocupada	17,314	23,001	24,146	24,808	27,613	29,121
Población Económicamente Inactiva	248,214	266,994	287,055	306,862	328,545	349,654
No especificado	25,960	34,138	42,317	50,495	58,674	66,852

### Descripción del Método

Para identificar los eventos en la vida laboral se construye una línea de tiempo:

#### Cronología de hechos históricos, económicos y políticos

- 1562** El 24 de junio, Ibarra inició la expedición por lo que hoy es Durango y Chihuahua, nombrándola Nueva Vizcaya.
- 1709** El 12 de octubre, se fundó del Real de San Francisco de Cuellar (actual ciudad de Chihuahua).
- 1718** El 1º de octubre, se elevó el Real de San Francisco de Cuellar a villa, con el nombre de San Felipe El Real de Chihuahua.
- 1811** El 25 de enero, el comandante de las Provincias Internas ordenó que la Casa de Moneda de Chihuahua acuñara moneda de uso corriente.
- 1815** El 26 de junio, se realizó el primer esfuerzo por establecer una escuela de enseñanza superior.
- 1823** El 19 de julio, se expidió el decreto que creó la provincia de Chihuahua y convirtió a la Villa de San Felipe El Real en ciudad de Chihuahua, éste se publicó el 21 de julio del mismo año.
- 1824** El 6 de julio, el Congreso Nacional expidió el decreto que da a Chihuahua la categoría de estado de la Federación, la que se confirmó con la Constitución Federal el 4 de octubre de 1824.
- 1825** El 2 de octubre, se instaló la primera imprenta de la ciudad.
- 1825** El 7 de diciembre, se promulgó y juró la primera Constitución Política del estado que, en su artículo VII, suprimió la esclavitud en Chihuahua.
- 1826** El 10 de octubre, se fundó la biblioteca del Congreso Local, primera en el estado de Chihuahua.
- 1827** El 1 de diciembre, se inauguró la "Casa de Estudios", antecedente de la escuela preparatoria que, en el siglo XX, funcionaría en la Universidad Autónoma de Chihuahua.
- 1839** Abrió sus puertas la escuela de música.
- 1861** El 25 de enero, el Congreso Local expidió la Ley reglamentaria sobre educación pública en el estado, primera en su ramo.
- 1873** Se fundó la fábrica de textiles "Compañía Industrial y Agrícola de Bella Vista".
- 1874** Se establece el primer banco emisor.
- 1874** Se establece el primer molino de harina en el estado.
- 1875** El 8 de julio, la Legislatura local expidió la Ley de Educación en el estado, que recoge la declaración de "gratitud y obligatoriedad".
- 1875** El 20 de octubre, se estableció en la ciudad la primera Lotería Pública del estado.
- 1878** Se organizaron empleados y obreros de la ciudad y fundaron la sociedad mutualista.
- 1878** El 7 de marzo, se autorizó la creación del Banco Minero Chihuahuense.
- 1881** El 5 de mayo, se estableció la primera línea telefónica local en el estado de Chihuahua.
- 1883** El 1º de mayo, se creó el Registro Público de la Propiedad.
- 1883** El 20 de noviembre, se autorizó la operación del Banco Protector de Chihuahua.
- 1884** El 19 de diciembre, se autorizó la apertura del Banco Comercial Chihuahuense.
- 1884** Se fundó la Compañía Telefónica de Chihuahua.
- 1887** El 30 de enero, se constituyó la Cámara Nacional de Comercio, presidida por Enrique C. Creel.
- 1887** El 27 de julio, se estableció el Servicio Meteorológico de Chihuahua.

- 1890 Se fundó la fábrica de hilados y tejidos de lana "La Concordia" con operarios en mayoría mujeres.
- 1892 Inició operaciones la fábrica de ropa hecha "La Paz". De ésta y de la Compañía Industrial y Agrícola de Bellavista, posteriormente, se establecieron sucursales en la Ciudad de México.
- 1896 Se fundó la Cervecería Chihuahua.
- 1897 El 5 de mayo, se puso en servicio el alumbrado eléctrico público, en sustitución del instalado en 1880.
- 1897 Se inauguró la Escuela de Artes y Oficios para varones, creada por decreto de gobierno del estado en junio de 1895.
- 1897 Se fundó la Compañía Industrial Mexicana, fundidora de metales con especialidad en equipo para la industria minera.
- 1897 El 16 de septiembre, se inauguró el hospital Porfirio Díaz, de la beneficencia pública.
- 1899 En el mes de diciembre, se fundó el diario informativo "El Correo de Chihuahua" que se publicó con algunas interrupciones, hasta 1931.
- 1900 Se fundó la compañía Río Tinto Mexicana.
- 1901 El 9 de septiembre, se estrenó el edificio del Teatro de los Héroes,
- 1902 Llegó a la ciudad el primer automóvil.
- 1902 El 16 de marzo, en la ciudad de Chihuahua se estableció el primer sanatorio particular.
- 1906 El 2 de enero, la Escuela Normal del estado inició clases.
- 1906 El 21 de marzo, iniciaron los trabajos para construir la planta de beneficios de metales, Fundición Ávalos.
- 1907 El 7 de septiembre, se inició la pavimentación de las principales calles ciudadanas.
- 1910 El 16 de septiembre, se inauguró el Palacio Federal.
- 1913 El 8 de diciembre, llegó a la ciudad el gobernador provisional del estado, Gral. Francisco Villa, y decretó el día 12 la creación del Banco del estado de Chihuahua, autorizado también para la emisión de billetes.
- 1914 La revolución constitucionalista controla todo el estado y confisca los bienes del general Luis Terrazas.
- 1914 Se instaló la primera estación de radiotelegrafía inalámbrica en la capital.
- 1914 En el mes de abril, llegó a la ciudad el primer aeroplano, pilotado por el capitán Federico Cervantes.
- 1915 Concluyó el régimen villista en la Capital.
- 1919 En el mes de junio, primer servicio postal aéreo entre las ciudades de Juárez y Chihuahua.
- 1925 El 12 de noviembre, se fundó la Asociación de Ganaderos del estado de Chihuahua, que en 1936 se transformó en la Unión Regional de Chihuahua.
- 1931 Se estableció la primera línea de camiones urbanos y semi-urbanos.
- 1934 Nació el Banco Comercial Mexicano, antecesor de INVERLAT.
- 1938 El 15 de febrero, se fundó la Sociedad Chihuahuense de Estudios Históricos.
- 1947 El 26 de septiembre, se inauguró la Ciudad Deportiva.
- 1947 Inició operaciones Cementos de Chihuahua.
- 1947 Nació el Banco Capitalizador de Chihuahua.
- 1950 El 1º de febrero, inició labores el Instituto Tecnológico de Chihuahua con 185 alumnos.
- 1954 El 6 de diciembre, la legislatura local decretó fundar la Universidad de Chihuahua.
- 1955 Se formó la empresa Aceros de Chihuahua, S.A.
- 1956 Se instaló la primera estación local de televisión, la XHFI-TV Canal 11 (años después Canal 5).
- 1957 Se estableció el Campo Experimental "La Campana", primer centro de investigación agropecuaria en América Latina.
- 1960 Se terminó de construir la presa Chihuahua.
- 1961 En el mes de noviembre, se abrió el Museo de Chihuahua "Quinta Gameros".
- 1962 El 24 de abril, la Legislatura local decretó el funcionamiento de la Escuela Normal Superior.
- 1968 El 18 de octubre, la Legislatura local decretó la autonomía a la Universidad de Chihuahua.
- 1973 El 26 de septiembre, se creó el Colegio de Bachilleres como organismo público descentralizado.
- 1980 El 3 de octubre, se inauguró el Centro de Información del estado de Chihuahua (CIDECH).
- 1983 El 6 de julio, el Partido Acción Nacional ganó las elecciones municipales.
- 1985 El 20 de junio, los estudiantes de la Universidad Autónoma de Chihuahua, protestaron y realizaron movilizaciones, tomando la rectoría.
- 1988 El 24 de mayo, se incendiaron unos tanques en la planta Pemex, poniendo en riesgo a una gran cantidad de habitantes.

- 1989** Se terminó de construir la carretera vía corta Chihuahua-Parral.
- 1992** Ganó la gubernatura, por primera vez, el Partido Acción Nacional.
- 1998** El Partido Revolucionario Institucional recuperó la gubernatura del estado.
- 1998** Se reinstaló la figura de Síndico en el estado, después de haber sido suprimida en marzo de 1916, correspondiéndole al C.P. Felipe Terrazas Cazares
- 1999** El 17 de julio, se inauguró en la ciudad "El Papalote Móvil Museo del Niño".
- 2000** Se celebra la fiesta de fin de milenio en el parque el Palomar.

### Resultados

El Municipio de Chihuahua tiene como actividad económica principal la industria de la Transformación. Este tipo de actividad es la que emplea una gran diversidad de materias primas, produciendo diferentes artículos para el consumo. Esta industria está constituida por empresas, desde muy pequeñas, hasta grandes conglomerados. La industria de la transformación del municipio reporta 2 mil 275 unidades económicas, entre las que se encuentran: fabricación de productos de herrería, elaboración de tortillas de maíz y nixtamal, elaboración de pan, confección de prendas de materiales textiles, entre otros.

Tabla 1 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL SECTOR TRANSFORMACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA EN 2012

Actividad	Establecimientos	% de Participación
<b>Fabricación de productos de herrería</b>	353	14.23%
<b>Elaboración de pan y otros productos de panadería</b>	243	9.79%
<b>Impresión</b>	191	7.70%
<b>Fabricación de muebles, excepto cocinas integrales, muebles modulares de baño, muebles de oficina y estantería</b>	121	4.88%
<b>Confección de prendas de vestir de materiales textiles</b>	108	4.35%
<b>Elaboración de productos de maíz o molienda de nixtamal</b>	292	11.77%
<b>Fabricación de productos a base de arcilla para la construcción</b>	99	3.99%
<b>Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general</b>	94	3.79%
<b>Fabricación de productos de madera para la construcción</b>	94	3.79%
<b>Elaboración de helados y paletas</b>	87	3.51%
<b>Elaboración de refrescos, hielos y otras bebidas no alcohólicas, y purificación y embotellado de agua</b>	63	2.54%
<b>Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto</b>	56	2.26%
<b>Fabricación de cocinas integrales y muebles modulares de baño</b>	44	1.77%
<b>Otras industrias manufactureras</b>	38	1.53%
<b>Fabricación de otros productos de plástico</b>	22	0.89%
<b>Matanza, empaque y procesamiento de carne de ganado, ave y otros</b>	22	0.89%
<b>Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores</b>	21	0.85%
<b>Elaboración de leche y productos lácteos</b>	21	0.85%
<b>Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos</b>	20	0.81%
<b>Fabricación de envases de cartón</b>	19	0.77%
<b>Otras actividades</b>	473	19.06%
<b>TOTAL E S</b>	2,481	100%

Tabla 2. INDUSTRIA INSTALADA EN EL MUNICIPIO AL 2013

No.	Empresa	Producto	Giro
1	Armprior Aerospace	Producción de componentes metálicos y no-metálicos, piezas de ensambles y sub-ensambles, procesos químicos y tratamientos térmicos de	Aeroespacial

			piezas metálicas y maquinadas.	
2	Metal Finishing.		Procesos de acabados y semi-acabados, tratamiento térmico y químico en piezas de aluminio, composites, acero.	Aeroespacial
3	Victaulic.		Sistemas de ductos para prevención de incendios para diversos sectores	Metal Mecánica
4	Hawker Beechcraft Planta II		Partes y componentes para aeroplanos.	Aeroespacial
5	Hawker Beechcraft Planta III		Manufactura de partes y componentes (transferencia de Wichita)	Aeroespacial
6	Kaman Aerospace Corporation		Estampado metálico, extrusión y fabricación de partes compositas.	Aeroespacial
7	Bloom Energy		Ensamble, evaluación, reparación y ensamble de módulos de celdas generadoras de energía.	Multisectorial
8	Gemini Plastics		Moldeo de materiales de termoplástico	Médico
9	Souriau		Conectores.	Aeroespacial
10	Zodiac Webber		Partes de interior para aeronaves; asientos, mesas para comida, descansa brazos.	Aeroespacial
11	ATLAS Group		Partes de estampados y maquinado de aluminio, partes metálicas y ensamble de partes simples y complejas	Aeroespacial
12	STORK FOKKER		Fabricación de Empennages para Aviones tipo Jets. Estabilizador horizontal (Alas traseras), veleta vertical (Cola) y los elevadores.	Aeroespacial
13	Soisa-National Machining Group		Cubreasientos para aviones privados y comerciales, sistemas de evacuación para aviones comerciales, paneles acústicos, componentes para toboganes de emergencia.	Aeroespacial
14	Viper.		Ensamble de kits para aeronaves	Aeroespacial
15	Cessna (Planta 4)		Ensamble, fabricación de partes y componentes para aviones.	Aeroespacial
16	Bafar (Panificadora)		Productos alimenticios.	Agroindustrial Alimentos
17	Alimentos Básicos de Chihuahua		Productos alimenticios.	Agroindustrial Alimentos
18	Zodiac 3 (Wastes/ Water) 23		Interiores de cabinas para Aviones.	Aeroespacial
19	ZODIAC 2 (E&M Seat Shells)		Ingeniería y Manufactura de Asientos Shells.	Aeroespacial

Estos datos nos muestran la actual vocación del estado de Chihuahua, al identificar un enfoque a la industria aeroespacial en el sector de exportación, lo que ha tenido como consecuencia una serie de cambios sociales y culturales, la vida laboral de los trabajadores se ha modificado al enfocar el aprendizaje a una Industria que representa una importante fuente de empleos y que presenta planes de crecimiento para los próximos 25 años, incluyendo aspectos de investigación y diseño.

### Comentarios Finales

Se identifican factores institucionales que inciden en la transformación de la región, estrechamente vinculadas con la exportación. La decisión del cambio orientado en los procesos inicialmente a sectores tradicionales de la economía, exigió superar dificultades y conformar un nuevo esquema institucional para fortalecer la formación de

capital social y así responder a las nuevas exigencias productivas, de formación técnica, comercial e informáticas. Se puede apreciar la acción decidida y concertada de diferentes actores sociales públicos y privados empeñados en establecer nuevas redes de intercambio y aprendizaje en la transformación de la estructura institucional del sector público para las nuevas exigencias productivas.

Los éxitos personales centrados en individuos con información, redes personales acumuladas por su pasado laboral con la maquila, o su trabajo en instituciones locales que desarrollan una gran habilidad personal para generar iniciativas, articular recursos y dar vida a instituciones que formalmente les sirve de soporte para su gestión personal.

Estos individuos tienen amplia movilidad personal y disfrutan de gran independencia ya que no tiene casi control jerárquico de la organización a la que pertenecen. La movilidad de estos individuos los convierte en verdaderos gestores de redes ya que distribuyen información.

### Referencias

- Albuquerque, F (2002) "*Diseño Territorial de las políticas de fomento de la MPyMES en el mercado de valores*" Núm 4, Abril.
- Alva, C (1998) "*Las Regiones ante la Globalización*" Ed CEMCA, ORSTOM y el Colegio de México.
- Becattini y Rulli, E (1996) "*Sistemas Productivos Locales y Mercados Globales*" información comercial española (ICE) No. 74 junio pp 11-24
- Carrillo, V. J. (2000) "*La industria maquiladora mecanismo de aprendizaje tecnológico, impacto regional y entornos institucionales*" proyecto Chihuahua Siglo XXI, Chihuahua.
- INEGI [http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/est\\_immex/ni-immex.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/est_immex/ni-immex.pdf) consultado el 22 de agosto 2016.



# LA AUTOESTIMA Y SU RELACION CON EL DESEMPEÑO LABORAL

Dra. América Rosana Gutiérrez Zúñiga<sup>1</sup> Dr. Jorge Humberto Zúñiga Contreras<sup>2</sup> MCCA María Sonia Hernández Duarte<sup>3</sup> Dra. María Luisa Muñoz Almaguer<sup>4</sup> Dra. María Alicia Cervantes Avalos<sup>5</sup>

**Resumen-** *La autoestima se considera como una prioridad para el desarrollo personal y laboral. El grado en que las personas tengan sentimientos positivos o negativos sobre sí será determinante para sentirse bien consigo mismo y con los demás. En últimos tiempos se ha visto reflejada una disminución de esta, repercutiendo gravemente en el desempeño del capital humano. La imagen que una persona tiene de sí misma abarca desde su apariencia física hasta sus conocimientos, sus actitudes, sus creencias, sus potenciales, sus habilidades, su capacidad para relacionarse y para resolver problemas. Palabras Clave- Autoestima, sentimientos, sensaciones, desempeño, imagen.*

## Introducción

Aunque no hay una definición exacta de la autoestima, si hay formas de entender lo que significa Nathaniel Branden<sup>1</sup> define la autoestima como la experiencia de ser competente para enfrentarse a los desafíos básicos de la vida y de ser dignos de felicidad. Por su parte Francois Lelord<sup>2</sup> da dos definiciones: la primera: Es como nos vemos y si nos gusta o no lo que vemos, y la segunda: tener confianza en sí mismo, estar seguro de sí, estar contento de sí. Autoestima es, por tanto, la valoración que cada persona hace de sí misma. Y el valor que cada persona se otorgue a sí misma va a ser de vital importancia tanto para el propio bienestar personal como para las relaciones interpersonales. Se considera que la autoestima tiene dos componentes: a) Considerarse eficaces, confiar en la capacidad de sí mismo para pensar, aprender, elegir y tomar decisiones correctas para así cumplir los retos y producir cambios; b) El respeto por sí mismo, o la confianza y su derecho a ser feliz y por extensión, confianza en que las personas son dignas de los logros, el éxito, la amistad, el respeto, el amor y la realización que aparezcan en sus vidas. El amor a sí mismo es el elemento más importante, y este depende, en gran parte, el amor que prodigo la familia en la etapa de la niñez y de la cadena afectiva que se dio, en este caso, los padres, abuelos, tíos, etc., la autoestima es una necesidad humana básica pues contribuye de manera vital al desarrollo normal y sano, es el sistema inmunológico de la conciencia, ofreciendo una mayor resistencia, fuerza y capacidad regeneradora. Se dice que la autoestima se forma desde que somos concebidos, ahora bien, esta es importante La vida humana es el transcurrir de experiencias y eventos con los que entramos en contacto; un transcurrir en ritmos y fluctuaciones; un ir y venir de flujos y reflujos. En este devenir, podemos llegar a vivir momentos altos y momentos bajos. La relación social, generalmente signada por cambios rápidos y frecuentes, y por una elevada competitividad, obliga a permanentes readaptaciones. En ciertas circunstancias, nuestro sentido de valor personal y de confianza en las propias capacidades pueden verse afectados y hacer creer que se vive a merced de las contingencias. En esos momentos la confusión, la impotencia y la frustración producidas por el no logro, nos lleva a dudar de nuestro poder creador, de la capacidad natural de restablecernos, y es entonces cuando optamos por crear y a veces sostener conductas autodestructivas, lejanas al bienestar generado por la Autoestima, es decir, por la consciencia, el amor incondicional y la confianza en uno mismo. El ingreso al mundo laboral complica el asunto de la formación y manifestación de la Autoestima, ya que en ese contexto se nos mide por lo que hacemos y no por lo que somos. Si produces, te quedas y si no te vas. Esa es la medida cuando de dinero se trata. Y es precisamente en ese mundo donde se manifiestan o agudizan los problemas en cuanto a la autoestima, pues en este el hombre es valorado, y se decide “si vale” o “no vale”. Las personas que se sienten bien consigo mismas, que tienen una buena autoestima, son capaces de enfrentarse y resolver los retos y las responsabilidades que la vida nos plantea. Por el contrario, los que tienen una autoestima baja suelen autolimitarse, sentir que no valen lo suficiente y, en consecuencia, fracasar. Las personas con baja autoestima suelen mantener

<sup>1</sup> La Dra. América Rosana Gutiérrez Zúñiga es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), Ocotlán, Jalisco, México [goys\\_62@yahoo.com.mx](mailto:goys_62@yahoo.com.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Jorge Humberto Zúñiga Contreras es Profesor de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), Ocotlán, Jalisco México. [jorgezuco6@gmail.com](mailto:jorgezuco6@gmail.com)

<sup>3</sup> La MCCA. María Sonia Hernández Duarte es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías), Tlaquepaque, Jalisco México. [soniduarte@hotmail.com](mailto:soniduarte@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. María Luisa Muñoz Almaguer es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías), Tlaquepaque, Jalisco México. [malumuz1@yahoo.es](mailto:malumuz1@yahoo.es)

<sup>5</sup> La Dra. María Alicia Cervantes Avalos Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega) La Barca, Jalisco. [ali.cavalos@hotmail.com](mailto:ali.cavalos@hotmail.com)

un auto-habla negativa sobre sí mismas, califican sus acciones por debajo de lo normal y de forma poco realista "No puedo" "No valgo" "Lo hago muy mal" Autoestima tiene mucho que ver con el autoconcepto, que es la forma en que cada uno se percibe a sí mismo. Este "autoconcepto" se va construyendo a lo largo de la vida mediante la información que nos va llegando de los demás y que se va añadiendo al concepto que uno va formando de sí mismo. De ahí que una buena autoestima suele provocar un efecto positivo en cadena en la vida de las personas y esto a su vez va a permitir que los distintos procesos a los que debemos hacer frente se afronten con seguridad, motivación y una dosis extra de optimismo. Con estos elementos, es obvio pensar que quienes gozan de una autoestima elevada tienen una mayor probabilidad de triunfar en la vida personal, laboral, familiar y social.

La presente investigación, se llevó a cabo en la ciudad de Ocotlán, Jalisco México, una de las tres zonas metropolitanas del estado. **Ocotlán**<sup>5</sup> significa: "junto a los pinos"; también se ha interpretado como "lugar de pinos u ocotes". Es una ciudad del estado de Jalisco en México. Considerada como la capital de los muebles en México, debido a que su industria mueblera es de las más importantes del país. Es una de las 10 ciudades más importantes del estado, tanto por su cantidad de pobladores como por su desarrollo económico. Se ubica a 66 kilómetros al este de Guadalajara, Jalisco.

### **Descripción del Método**

Se aplicó la encuesta de Escala de autoestima de Rosenberg (Apendice), es un cuestionario para explorar la autoestima personal, entendida como los sentimientos de valía personal y de respeto a sí mismo. La escala consta de 10 ítems, frases de las que cinco están enunciadas de forma positiva y cinco de forma negativa para controlar el efecto de la aquiescencia Autoadministrada. Interpretación: De los ítems 1 al 5, las respuestas A a la D se puntúan de 4 a 1. De los ítems del 6 al 10, las respuestas A a D se puntúan de 1 a 4. De 30 a 40 puntos: Autoestima elevada. Considerada como autoestima normal. De 26 a 29 puntos: Autoestima media. No presenta problemas de autoestima graves pero es conveniente mejorarla. Menos de 25 puntos: Autoestima baja. Existen problemas significativos de autoestima.

### **Comentarios Finales**

**Resumen de Resultados.** La muestra fue de un total de 50 trabajadores aleatoriamente de diferentes empresas y cargos, esta investigación se llevó a cabo a través de un estudio analítico, observacional y transversal, donde se contó con la participación de manera voluntaria la cual permitió y manifestó el interés por conocer la situación actual de sus trabajadores en torno a este problema, como parte de un programa de salud y seguridad laboral que pretende implementar. Esta duró alrededor de 3 meses, que fue el tiempo que se necesitó para aplicar el cuestionario y recabar la información necesaria. (ver apéndice). Los resultados son muy variados, pero la gran mayoría presenta, indecisión, tienen dificultades para tomar decisiones, tienen miedo exagerado a equivocarse. Piensan que no pueden, que no saben nada, que no lo van a conseguir. No valoran sus talentos ni sus posibilidades. Ven sus talentos pequeños, en cambio los de los otros los ven grandes e incluso exagerados. Temen hablar con otras personas de cualquier tema, se sienten continuamente evaluados. No están satisfechas consigo mismas, piensan que no hacen nada bien. Debido a que no tienen valor, les cuesta aceptar que las critiquen. Sienten que son inútiles. En lo general, se encontró un ambiente de autoestima entre media y baja, dando como resultado de que existen graves problemas de autoestima en la mayoría de los trabajadores, y por ende está afectando a su desempeño dentro de la organización donde trabaja.

### **Gráficas**

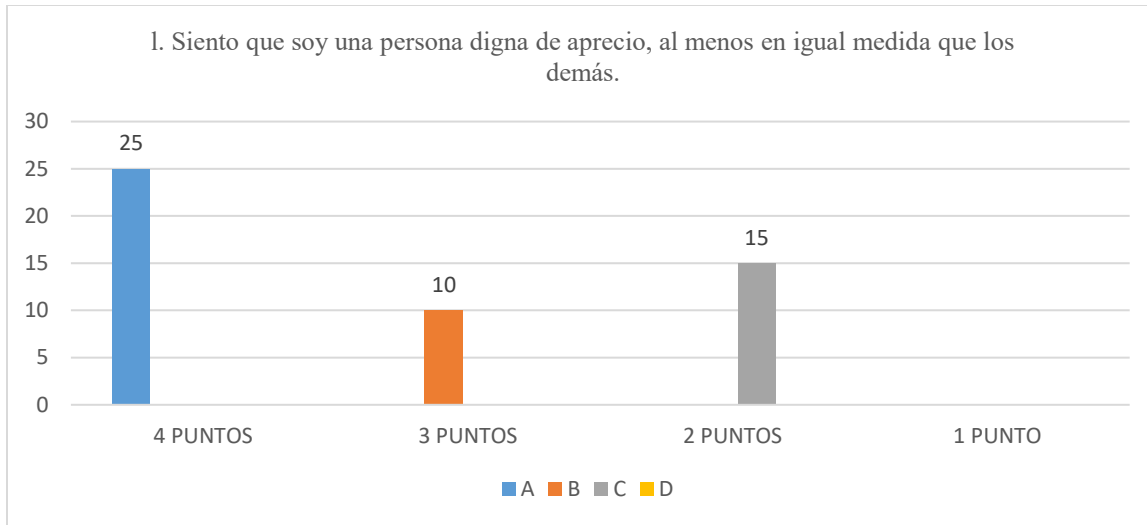


Figura 1

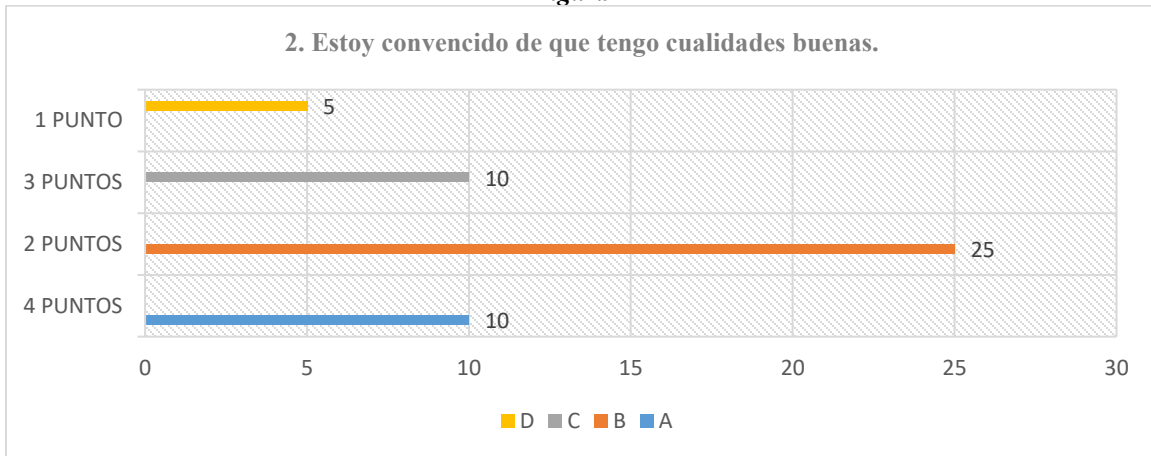
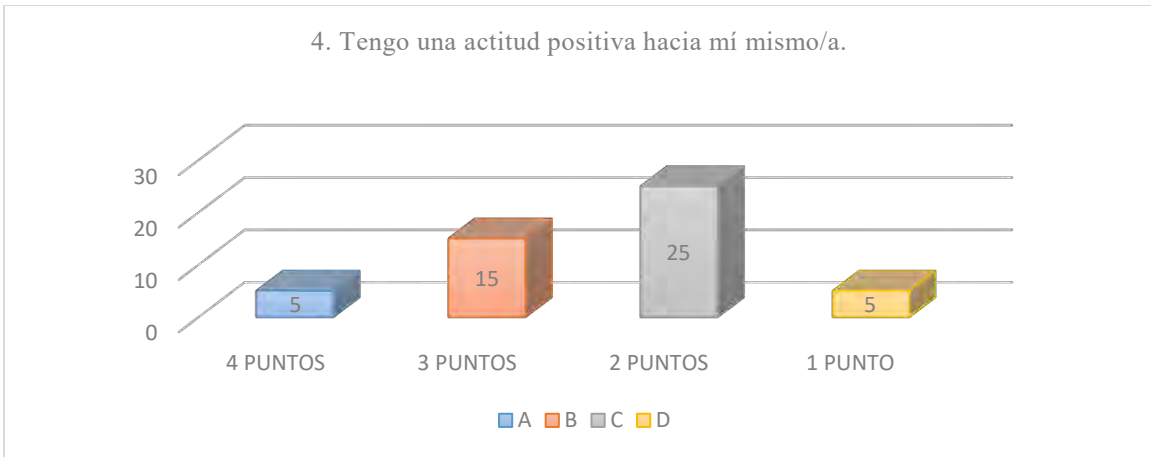


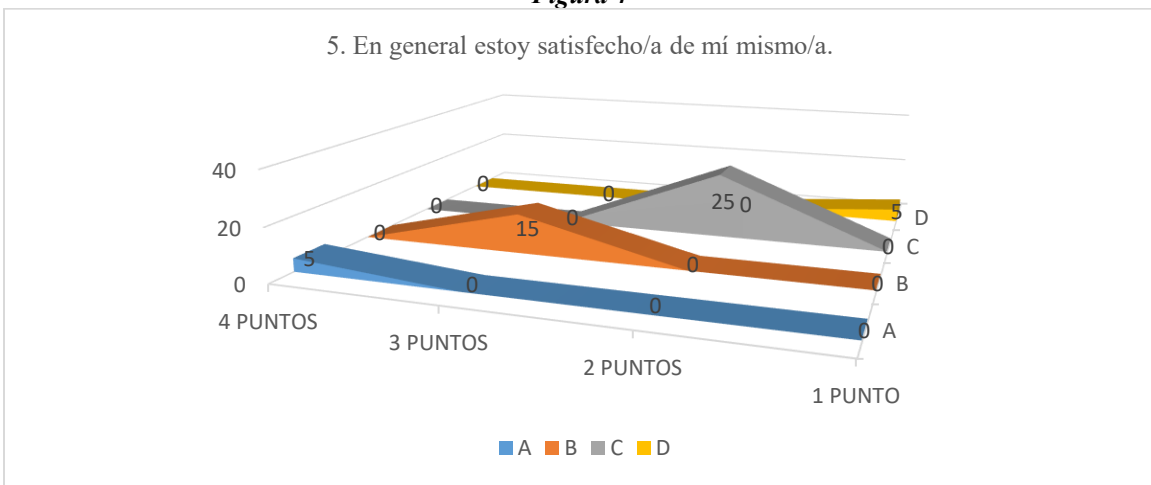
Figura 2



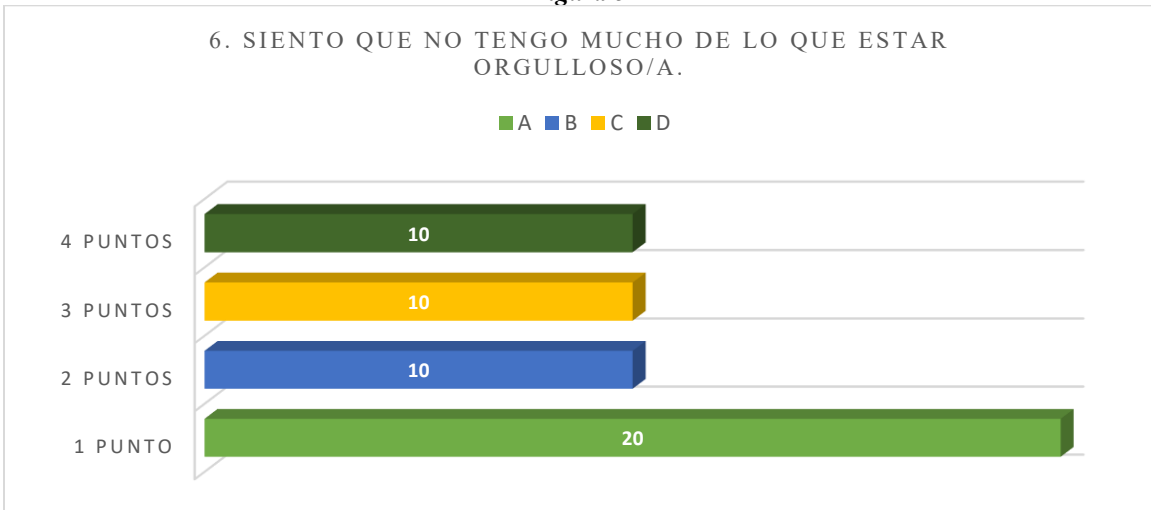
Figura 3



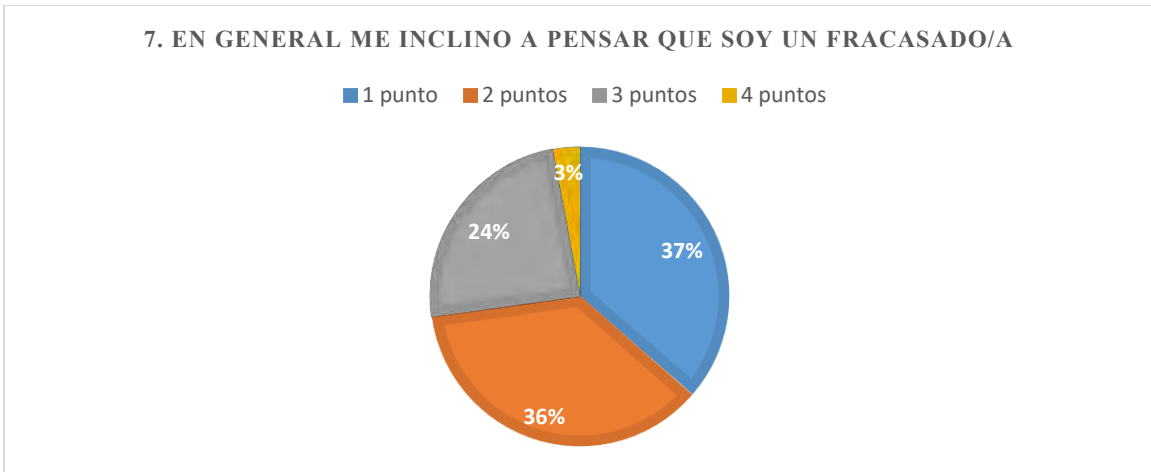
**Figura 4**



**Figura 5**



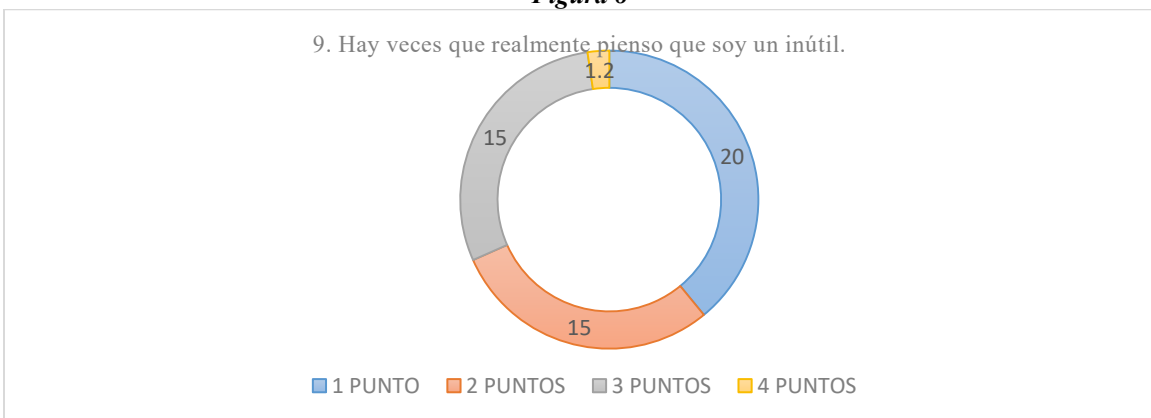
**Figura 6**



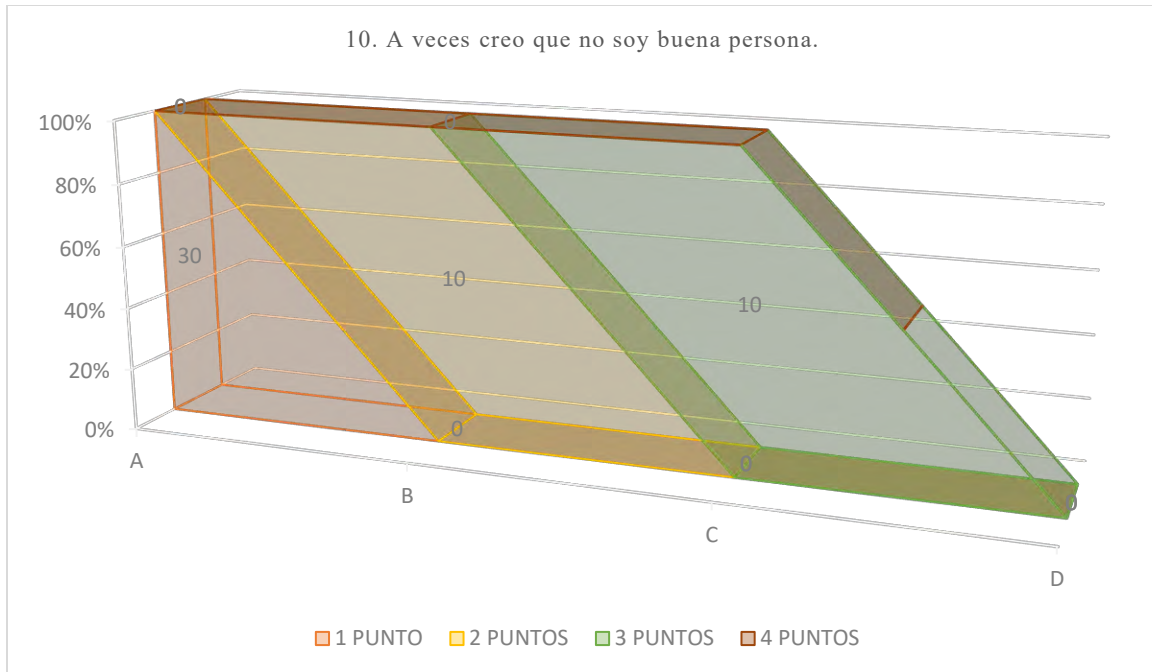
**Figura 7**



**Figura 8**



**Figura 9**



**Conclusiones.**

La falta de autoestima está afectando al capital humano en forma alarmante, no solamente en el ambiente laboral, sino que está traspasando al ambiente familiar y social. Los trabajadores presentaron evidencias claras de estar padeciendo un grave problema de aceptación provocando problemas de salud y convivencia, problemas para relacionarse y comunicarse entre los compañeros. Implicaciones que pueden producir accidentes, baja productividad, ausentismo, abandono de trabajo, renunciaciones, etc. La persona tiene que estar en su obvia realidad, que posee baja autoestima, al tener esto claro, declara que tiene un mal concepto de él mismo y si está dispuesto a cambiar para mejorar, debe de cambiar este concepto ya que ha descubierto el origen de su problema. El querer a uno mismo garantiza un buen desempeño del individuo en su trabajo ya que confiando en él mismo, puede crear y sugerir nuevas ideas para optimizar la producción y permitir de esta forma que la empresa crezca. Quererse a sí misma debe primero de aceptarse como ella es, y saber que es una persona valiosa.

**Referencias**

- 1 Branden, Nathaniel.(2001) “La Psicología de la Autoestima”, Editorial Paidós, 13-14
- 2 Francois, Lelord Christophe Andre. (2009) “La autoestima, Gustarse a sí mismo para mejor vivir con los demás” Editorial Kairós 12 y 14.
- 3 Bolivar, C. y Vargas, C. (2003): "Construcción de la autoestima y su importancia en la empresa". Extraído el 13 de agosto de 2016 de : <http://www.sht.com.ar/archivo/temas/autoestima.htm>
- 4 <http://www.cop.es/colegiados/PV00520/Escala%20Rosenberg.pdf> Extraído el día 12 de mayo del 2016

**Apéndice<sup>4</sup>**

	A	B	C	D
1. Siento que soy una persona digna de aprecio, al menos en igual medida que los demás.				
2. Estoy convencido de que tengo cualidades buenas.				
3. Soy capaz de hacer las cosas tan bien como la mayoría de la gente.				
4. Tengo una actitud positiva hacia mí mismo/a.				

5. En general estoy satisfecho/a de mí mismo/a.				
6. Siento que no tengo mucho de lo que estar orgulloso/a.				
7. En general, me inclino a pensar que soy un fracasado/a.				
8. Me gustaría poder sentir más respeto por mí mismo.				
9. Hay veces que realmente pienso que soy un inútil.				
10. A veces creo que no soy buena persona.				

# Simulación numérica del calentamiento transitorio de un sólido que se mueve al interior de un horno

M.C. Pablo Guzmán Avalos<sup>1</sup>, Dr. Héctor Javier Vergara Hernández<sup>2</sup>,  
M.C. Sixtos Antonio Arreola Villa<sup>3</sup> y Dr. Gildardo Solorio Díaz<sup>4</sup>

**Resumen**—En este trabajo se presenta una simulación numérica en CFD para el calentamiento transitorio de una palanquilla de acero que se mueve al interior de un horno. Para la validación del problema, un bloque de acero de 50 mm de lado fue instrumentado con termopares tipo k y con un sistema de control de movimiento que permite mover el bloque a través de un horno-túnel a una velocidad constante. Para evitar los cambios de pendientes provocados por las transformaciones de fase, en las historias térmicas medidas, se utilizó un acero AISI 304. Los resultados indican que los perfiles de temperatura de calentamiento simulados acoplado el modelo de mallas dinámicas para simular el movimiento del sólido son similares, dando como resultado una técnica alterna a la que se ha propuesto por otros autores, tal como la técnica “step by step”.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de recalentamiento es un proceso térmico que es utilizado para modificar el comportamiento mecánico de los aceros durante las etapas de deformación a altas temperaturas. El proceso consiste en calentar las palanquillas desde temperatura ambiente hasta una temperatura cercana a 1200°C, con la finalidad de disminuir la resistencia a la cedencia y así obtener una gran cantidad de deformación plástica en el proceso de laminación.

En los últimos años, se han desarrollado diferentes estudios del proceso de recalentamiento de palanquillas con la finalidad de optimizar el consumo de combustible que se requiere para su operación y disminuir la formación de cascarilla[1]. Estos estudios se han enfocado en el análisis de la eficiencia térmica, los perfiles de temperatura y el tiempo de residencia en el interior del horno así como el enriquecimiento del aire con oxígeno durante la reacción de combustión[2]–[6]. Utilizando herramientas de CFD (*Computer Fluid Dynamics*), que acoplan las ecuaciones de la dinámica de fluidos y la transferencia de calor mediante el método de volumen finito, otros autores han estudian el proceso de recalentamiento para describir la ubicación óptima de los quemadores[7], las mezclas ideales de los combustibles y la dinámica de fluidos resultante por la combustión de los gases[8], [9].

Una técnica utilizada para estimar los perfiles térmicos de las palanquillas como una función del tiempo y la posición al interior de un horno de recalentamiento fue reportada por Arreola Villa [8] y consiste en generar un modelo computacional donde las palanquillas se colocan en un arreglo lineal con un espaciado entre ellas a lo largo del horno. Para simular el movimiento de la palanquilla se extrae la historia térmica de la palanquilla 1 en un determinado tiempo, después esta información se introduce en una palanquilla contigua a la anterior y se continua la simulación en el mismo tiempo, se repite este paso de forma cíclica para simular el movimiento de la palanquilla *step by step* hasta estimar la historia térmica de la palanquilla posicionada a la salida del horno de recalentamiento. Sin embargo, los perfiles de temperatura obtenidos de estas simulaciones están por debajo de los perfiles medidos experimentalmente. Una forma de minimizar el error obtenido por estos modelos es empleando el modelo de mallas dinámicas, el cual permite alcanzar el estado estable en cada paso simulado a diferencia de la técnica *step by step*. FLUENT® es un paquete comercial de CFD que cuenta con el modelo de mallas dinámicas, que permite la simulación del movimiento de un sólido en un fluido. En la literatura las mallas dinámicas han sido utilizadas para obtener la cantidad de movimiento que le transmite el sólido al fluido [10]–[12], pero no se ha encontrado reportes que indiquen que el modelo de mallas dinámicas pueda acoplarse a los modelos de transferencia de calor por radiación  $P_I$  para obtener la

<sup>1</sup>M.C. Pablo Guzmán Avalos, estudiante del programa “Maestría en Ciencias en Metalurgia” impartido en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia. [pablo\\_guzman.am@hotmail.com](mailto:pablo_guzman.am@hotmail.com)

<sup>2</sup>Dr. Héctor Javier Vergara Hernández, profesor investigador de la “Maestría en Ciencias en Metalurgia” en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia. [hvergarah@gmail.com](mailto:hvergarah@gmail.com)

<sup>3</sup>M.C. Sixtos Antonio Arreola Villa, estudiante del programa “Doctorado en Ciencias en Mecánica” impartido en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [saco.k@hotmail.com](mailto:saco.k@hotmail.com)

<sup>4</sup>Dr. Gildardo Solorio Díaz, profesor investigador del “Doctorado en Ciencias en Mecánica” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [gildardosolorio@yahoo.com.mx](mailto:gildardosolorio@yahoo.com.mx)



historia térmica de la carga metálica en función del tiempo y la posición, por lo que es necesario realizar un modelo experimental para la verificación de la simulación planteada.

### FORMULACIÓN MATEMÁTICA

#### 1) Modelo de transferencia de calor por radiación

La variación de la intensidad de radiación está dada por la ecuación 1 donde  $I$  es intensidad de la energía emitida por radiación, la cual depende de la posición  $\vec{r}$  y la dirección  $\vec{s}$ . Asimismo,  $\vec{s}'$  es el vector de dirección de dispersión,  $s$  la longitud de ruta,  $a$  el coeficiente de absorción,  $n$  el índice de refracción,  $\sigma_s$  el coeficiente de dispersión,  $\sigma$  la constante de Stefan-Boltzmann,  $T$  la temperatura local,  $\Phi$  la función de fase y  $\Omega'$  el ángulo sólido. El espesor óptico o la opacidad del medio está dada por  $(a + \sigma_s)s$ . El índice de refracción  $n$  es importante cuando la radiación es considerada con un medio semitransparente[13].

$$\frac{dI(\vec{r}, \vec{s})}{ds} + (a + \sigma_s)I(\vec{r}, \vec{s}) = an^2 \frac{\sigma T^4}{\pi} + \frac{\sigma_s}{4\pi} \int_0^{4\pi} I(\vec{r}, \vec{s}') \phi(\vec{r}, \vec{s}') d\Omega' \quad (1)$$

#### Modelo $P_I$ [14]

La implementación del modelo  $P_I$  considera que la ecuación de transferencia de calor por radiación debe ser acoplada a la ecuación general de conducción de calor (EGCC), esto se logra al modificar el término fuente y la condición de frontera de la pared en la EGCC. La ecuación de transporte por radiación incidente  $G$  en el modelo  $P_I$ , está compuesta por dos términos que describen el intercambio de energía: uno difusivo y otro de generación y se expresa como:

$$\nabla \cdot (\Gamma \nabla G) + S^G = 0 \quad (2)$$

Donde  $\Gamma$  es el coeficiente de difusión de radiación,

$$\Gamma = -\frac{1}{3a + (3-C)\sigma_s} \quad (3)$$

Y el término de generación  $S^G$ , está dado por,

$$S^G = a(4\sigma T^4 - G) \quad (4)$$

Donde  $a$  es el coeficiente de absorción,  $\sigma_s$  es coeficiente de dispersión,  $G$  es la radiación incidente y  $C$  es el coeficiente lineal anisotrópico de la fase. Una condición de frontera es que  $G$  en la pared es igual al flujo de calor de salida por la pared radiante  $q_{r,w}$ . El flujo de calor de la pared radiante está dado por la siguiente ecuación:

$$q_{r,w} = -\frac{\epsilon_w}{2(2 - \epsilon_w)} (4\sigma T_w^4 - G_w) \quad (5)$$

Donde  $\epsilon_w$  es el coeficiente de emisividad de la pared,  $T_w$  la temperatura de la pared y  $G_w$  la radiación incidente en la pared. Esta condición de frontera está dada en términos de la radiación incidente sobre la pared  $G_w$ , la cual se expresa como:

$$G_w = \frac{4\sigma T_w^4 E_w + \frac{\alpha_0 \Gamma_0}{A} [G_0 - \beta_0(G)]}{E_w + \frac{\alpha_0 \Gamma_0}{A}} \quad (6)$$

Al sustituir la ecuación 5 en la 4 se obtiene el flujo de calor por radiación en la pared:

$$q_r = -\frac{\alpha_0 T_0 E_w}{A \left( E_w + \frac{\alpha_0 \Gamma_0}{A} \right)} \left[ 4\pi I_b(T_{iw}) - G_0 + \beta_0(G) \right] \quad (7)$$

Para la simulación numérica de este trabajo se planteó un modelo en 2D de un horno de sección cilíndrica de 0.85 metro de largo y 16 cm de diámetro. Un bloque cuadrado de 50x50 cm fue utilizado para emular la carga metálica (palanquilla), empleando el paquete comercial *GAMBIT*®. El objetivo de este modelo es simular la transferencia de

calor en el interior del bloque estableciendo el modelo de radiación  $P_I$  en el paquete comercial *FLUENT*®. Del modelo de simulación se analizó cuando el bloque se encuentra en movimiento, y se obtuvo su historia térmica. Para el movimiento del bloque a lo largo del horno se implementó el modelo de mallas dinámicas en *FLUENT*®.

El movimiento del sólido debe ser pre-escrito, las velocidades lineales y angulares en torno al centro de gravedad de un cuerpo sólido con el tiempo son especificadas mediante funciones definidas por el usuario UDF (User Defined Functions). Finalmente, considerando los mecanismos de transferencia de calor en el interior del horno y el movimiento del bloque se acopló el modelo de radiación  $P_I$  con el modelo de mallas dinámicas.

### Verificación del modelo

Para la verificación del modelo se diseñó un sistema experimental que consiste en el calentamiento de una probeta cúbica en movimiento a una velocidad constante que se desplaza en el interior de un horno. Para esto se construyó un horno de calentamiento por resistencia eléctrica. Las dimensiones del horno fueron utilizadas en el modelo numérico con el fin de tener una semejanza dimensional entre la parte experimental y el modelo de simulación. Por otro lado, se maquinó el bloque de 50x50x50 mm de acero inoxidable AISI 304, el cual fue instrumentado con un termopar tipo K para la adquisición de la temperatura con respecto al tiempo. Los termopares fueron colocados en la zona media entre una de las caras y el eje de simetría.

#### 1) Construcción del horno vertical de resistencias eléctrica

La construcción del horno vertical se llevó a cabo con los materiales que se muestran en el Tabla 1 así como las cantidades de cada material. La resistencia eléctrica es la fuente de energía, la fibra cerámica es el aislante, el acero gris es la carcasa del horno y la lámina galvanizada es usada para las tapas.

Tabla 1. Materiales necesarios para la construcción del horno.

Nombre del material	Cantidad
Resistencia eléctrica	12 m
Fibra cerámica	0.5 m <sup>2</sup>
Acero gris	0.85 m
Lámina galvanizada	0.02m <sup>2</sup>

Se estableció un procedimiento para el desplazamiento y la adquisición de datos del sólido al interior del horno, (como se muestra en la Figura 1a). El bloque es colocado inicialmente en la parte superior del horno y es descendido al interior con una razón de 5 cm por cada paso, en cada paso el bloque es mantenido en la posición durante 5 minutos. Esto se repetirá hasta cumplir un tiempo de residencia de 50 minutos equivalente a 10 posiciones. La temperatura al interior del bloque es medida y registrada mediante el adquirente de datos y los termopares durante el experimento hasta cumplir el tiempo requerido.

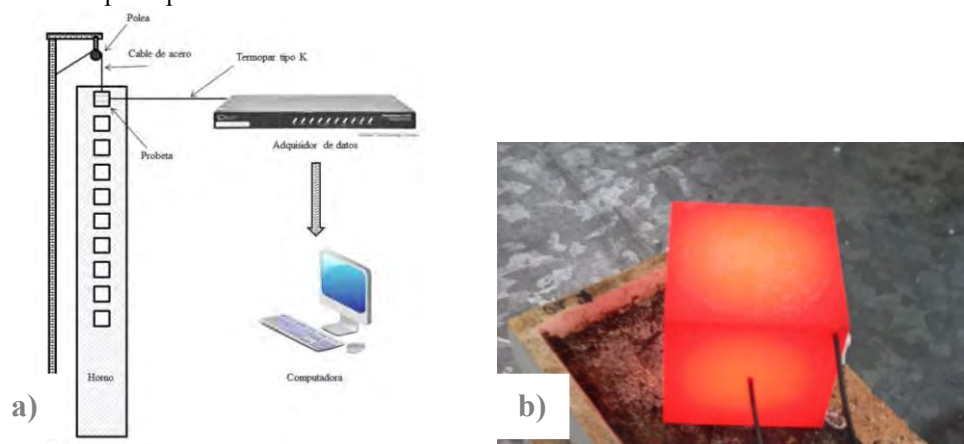


Figura 1. a) Esquema modelo experimental usado para el calentamiento del bloque de acero AISI 304 en movimiento. b) bloque después del ciclo de calentamiento en movimiento

### Resultados

En la Figura 1b) se aprecian los contornos de temperatura de forma simétrica en las superficies del bloque. El efecto de las esquinas es notable, distinguiéndose una tonalidad más oscura debido a que la extracción de calor es

más fuerte debido al efecto aleta; estos contornos indican que existe un gradiente térmico en el interior del bloque entre la zona central y las esquinas, al igual que el experimento sin movimiento, la diferencia que se mide es de apenas 2K, generando una gradiente de  $0.5K\text{ mm}^{-2}$ .

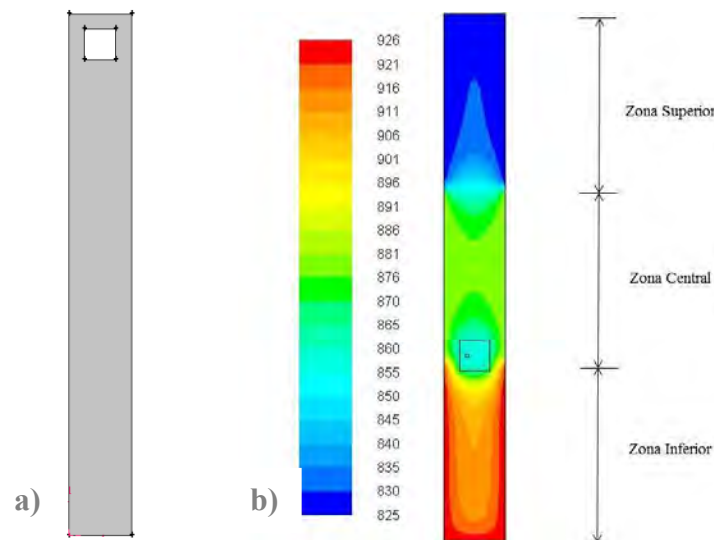


Figura 2. a) Modelo numérico para la simulación del calentamiento del sólido en movimiento, b) Contornos de temperatura simulados en el interior del horno y en el bloque durante el ciclo de calentamiento con movimiento, acoplando los modelos de mallas dinámicas y de radiación térmica  $P_T$ .

En la Figura 2a se observa el modelo numérico que se usó para la simulación, se aprecia una sección cuadrada al interior del rectángulo gris, esta sección cuadrada es el sólido que se pretende calentar. En la Figura 2b se observan los contornos de temperatura simulados con el modelo después de 2500 segundos, se muestra un desplazamiento del bloque de 60 centímetros al interior con respecto a la zona superior del horno. El bloque alcanza una temperatura de 855K y se ubica en los últimos centímetros de la zona central. Por otro lado, la diferencia de temperaturas que se presenta en el interior del horno es de 80K entre la zona superior e inferior mientras que la zona central mantiene una temperatura promedio de 855K aproximadamente. Dentro de cada zona del horno se presentan contornos donde se observa que las regiones próximas a las paredes son las de mayor temperatura debido a que irradian una gran cantidad de energía.

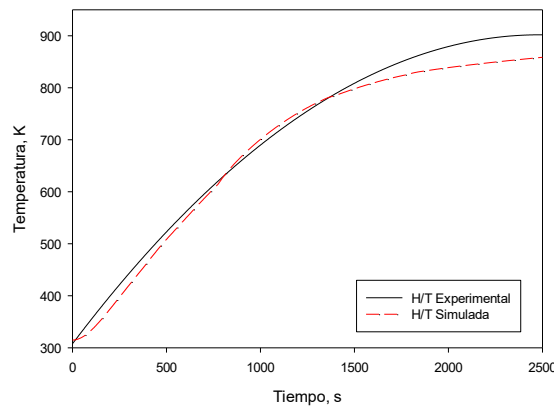


Figura 3. Historia térmica simulada y experimental durante el ciclo de calentamiento del bloque en movimiento.

La Figura 3 muestra la comparación entre la historia térmica, simulada y experimental, del ciclo de calentamiento del bloque en movimiento. La línea continua corresponde a la historia térmica experimental y la línea discontinua a la

historia térmica simulada. Las temperaturas máximas alcanzadas fueron de 900 y 855K, para la historia experimental y simulada, respectivamente. Una diferencia de 45K que corresponde a un error del 5%. Esta diferencia se debe principalmente a la forma en que fue determinada la condición de frontera en las paredes; es decir, existe una fuerte estratificación de la temperatura en el interior del horno, lo que genera un gradiente térmico de  $1.4^{\circ}\text{C cm}^{-1}$ , lo que provoca una subestimación en la temperatura de la pared en la posición del bloque. El gradiente térmico está calculado por la diferencia de temperaturas entre el termopar de la zona superior e inferior con un espaciamiento de 60 cm.

### CONCLUSIONES

Se mostró que es posible simular con base al modelo de radiación térmica  $P_1$ , acoplado el modelo de mallas dinámicas, el calentamiento de un bloque metálico en movimiento al interior de un horno.

El método de volumen finito resultó ser una herramienta poderosa en la solución de problemas de transferencia de calor por radiación térmica. Se emplearon funciones definidas por el usuario (UDF) para acoplar el modelo de mallas dinámicas y describir el movimiento un sólido y obtener su historia térmica en función del tiempo y la posición.

También, se mostró que es posible estimar la condición de frontera, adquiriendo la respuesta térmica en el interior del horno en diferentes zonas. Los datos fueron manipulados para establecer funciones polinomiales que describieran la temperatura de la pared interior en función del tiempo. Las comparaciones de las respuestas térmicas del bloque en la simulación y la experimentación confirman lo anterior.

Se obtuvo un error del 5 % entre las historias experimental y simulada, por lo que se considera una buena aproximación para simular numéricamente el proceso de transferencia de calor.

### REFERENCIAS

- [1] T. Al-Kanhal and M. F. Abbod, "Modelling and optimisation of reheat furnace," in *Proceedings - EMS 2008, European Modelling Symposium, 2nd UKSim European Symposium on Computer Modelling and Simulation*, 2008, pp. 9–14.
- [2] S. H. Han and D. Chang, "Optimum residence time analysis for a walking beam type reheating furnace," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 55, no. 15–16, pp. 4079–4087, 2012.
- [3] Y. J. Liu, J. D. Li, R. D. K. Misra, Z. D. Wang, and G. D. Wang, "A numerical analysis of slab heating characteristics in a rolling type reheating furnace with pulse combustion," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 107, pp. 1304–1312, 2016.
- [4] X. He, P. W. Fuerschbach, and T. DebRoy, "Heat transfer and fluid flow during laser spot welding of 304 stainless steel," *J. Phys. D: Appl. Phys.*, vol. 36, no. 12, p. 1388, 2003.
- [5] M. Y. Kim, "A heat transfer model for the analysis of transient heating of the slab in a direct-fired walking beam type reheating furnace," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 50, no. 19–20, pp. 3740–3748, 2007.
- [6] A. Emadi, A. Saboonchi, M. Taheri, and S. Hassanpour, "Heating characteristics of billet in a walking hearth type reheating furnace," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 63, no. 1, pp. 396–405, 2014.
- [7] C.-T. Hsieh, M.-J. Huang, S.-T. Lee, and C.-H. Wang, "Numerical Modeling of a Walking-Beam-Type Slab Reheating Furnace," *Numer. Heat Transf. Part A Appl.*, vol. 53, no. 9, pp. 966–981, 2008.
- [8] P. Guzmán Avalos, "Caracterización de un quemador tipo Bloom," Instituto Tecnológico de Morelia, 2013.
- [9] S. A. Arreola Villa, "Simulación numérica de un horno tipo empujador para palanquillas," Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2012.
- [10] F. de Goes, S. Goldenstein, and L. Velho, "A simple and flexible framework to adapt dynamic meshes," *Comput. Graph.*, vol. 32, no. 2, pp. 141–148, 2008.
- [11] I. Demirdžić and S. Muzaferija, "Numerical method for coupled fluid flow, heat transfer and stress analysis using unstructured moving meshes with cells of arbitrary topology," *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 125, no. 1–4, pp. 235–255, 1995.
- [12] B. M. Klingner, B. E. Feldman, N. Chentanez, and J. F. O'Brien, "Fluid animation with dynamic meshes," *ACM Trans. Graph.*, vol. 25, no. 3, p. 820, 2006.
- [13] S. Patankar, *Numerical heat transfer and fluid flow*. 1980.
- [14] K. Hoffmann and S. T. Chiang, "Computational Fluid Dynamics Volume II," *Book*. 2000.

# Examining the hydroelectric potential of a Municipal Waste Water

M.C. Pablo Guzmán Avalos<sup>1</sup>, Dr. Sergio Ricardo Galván González<sup>2</sup>,  
Dr. Gildardo Solorio Díaz<sup>3</sup> and M.C. Giovanni Delgado Sánchez<sup>4</sup>

**ABSTRACT**—Micro Hydro Power Plant (MHPP) based on Municipal Waste Water (MWW) is considered as an environment friendly renewable energy source. Hydropower potential of a MWW, which is defined as the available power that can be extracted from a site, is a function of head and flow. These two parameters are important for the assessment of the site potential which considers the selection of the suitable hydropower system. However, in sites where the head is minimal, the determination of the design flow is one of the challenging tasks. Thus, this study presents a theoretical analysis of the potential site, where has been estimated the variation of the flow in a determinate period of time for a MWW plant located in the Michoacán state. This study shows that the potential in the site makes feasible the installation of a MHPP.

## Introduction

Nowadays, the power industry has been exhorted to use clean energies due to the climate change and the uncontrolled consume of fossil resources. For this, the governments have intended to create ways to generate power using renewable energies; sun, wind and flowing or stored water. The annual generation of the global hydropower is smaller than the global power consumption since, according to the International Energy Agency (IEA), large-scale hydro power plants currently supply 16% of the world's electricity. In Mexico, hydraulic energy contributes with 22% of total electricity consummation, and this convert hydraulic energy to the most important renewable energy generator in this country. The scenario for hydro power generation shows a technically exploitable potential of hydro energy about 166 TWh<sup>[1-3]</sup>.

The scale of hydro power generation is large or small depending on the hydraulic resource, but it exist a huge attention in large scale hydro power plants because it generate a major amount of electricity. The engineering development in the components of large scale hydro power plants reach efficiencies until 95 %. However, such kind of projects require tremendous amounts of land impoundment, dams and flood control, often they produce environmental impacts. By the other hand, small scale hydro power plants don't produce environmental impacts and have few elements to installation, but this king of hydro power plants have low development over all the turbine components producing a less interest in its implementation. Category of small hydro power plants are; micro hydropower as those having capacities below 100 kW, mini hydropower plants that ranging from 100 kW to 1 MW while small hydroelectric plants as those that produce electric power ranging from 1 to 30 MW. Recent international surveys on small hydropower facilities (with capacities below 10 MW) reveal that small hydropower plants are under construction or have been already constructed in more than 100 countries<sup>[4-6]</sup>.

Small hydropower projects have been installed in resources like rivers, lakes, irrigation channels and others like municipal waste water plants to provide electricity to communities or make sustainable plant feeding pumps of illuminations systems<sup>[7]</sup>.

There are many studies about small hydro power generation, e.g. Vermaak investigated micro-hydrokinetic river technology for Africa zone. Others researches makes a tests of turbines for enhance performance of small hydropower plants, build physical models and submit conditions of resource pretends to installed. For other hand, Saket studied

---

<sup>1</sup> M.C. Pablo Guzmán Avalos, student of PDh program of Mechanical Engineering Faculty Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [pablo\\_guzman.am@hotmail.com](mailto:pablo_guzman.am@hotmail.com).

<sup>2</sup> Dr. Sergio Ricardo Galván González, Professor and Researcher Thermofluids and Alternative Energy Group Mechanical Engineering Faculty Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [sergalvan@umich.mx](mailto:sergalvan@umich.mx).

<sup>3</sup> Dr. Gildardo Solorio Díaz Professor and Researcher Thermofluids and Alternative Energy Group Mechanical Engineering Faculty Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [gldiaz@umich.mx](mailto:gldiaz@umich.mx).

<sup>4</sup> M.C. Giovanni Delgado Sánchez is student of PDh program of Mechanical Engineering Faculty Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [giovanni\\_d\\_s@hotmail.com](mailto:giovanni_d_s@hotmail.com).

the financial feasibility of micro hydropower installation. Evaluated the head and flow rate to estimate the potential that resource have. Technology for rural applications are most interest item for study this king of renewable energy<sup>[8]</sup>.

A particular goal is to provide well-grounded but lowest-cost options for the MWW who possess an adequate hydro resource and access to basic fabrication facilities, but who are confined to less reliable, sustainable, or economic power generating technologies.

### **Basic components of an MHPP**

Micro hydro power projects are not associated with significant environmental degradation because reduced levels of construction activities. The components and structures of a typical MHP project are grouped into civil structures, generating equipment and transmission system. Civil structures consist of weir, canal, fore bay, settling tank, valves, penstock and other associated support structures involved in conveying water to the powerhouse and from the powerhouse to the tailrace water. The principal components of the MHPP are the following <sup>[8]</sup>:

- *Penstock pipe* -The penstock is the most expensive item in this project which may cost up to 40% of the total project cost. It is worthwhile to optimize its design to reduce cost.
- *Turbine* -The hydraulic turbine receives mechanical hydraulic energy and converts it to mechanical rotational energy, made available at its shaft which is connected to an electric generator. The efficiency of a turbine is a function of many variables, such as: nominal power of turbine, type of the turbine, percentage of turbinated fluid, physical position of the shaft in relative to the vertical plan etc.
- *Generator* -Induction and synchronous generators are used in power plants and both are available in three phase or single phase systems. Induction generators are generally appropriate for MHP. Induction generator offers many advantages over a conventional synchronous generator as a source of isolated power supply.

### **Water flow rate**

Resource has a particular physical conditions like head and flow rate which estimated the potential of the site, but many resources have the problem of variation flow rate during a period of time. For e.g. the flow rate of the river during the year is not the same in all the mounts and it has a variation of potential energy. The flow duration curve choices of turbine type, size and speed is based on the net head and maximum water flow rate. To measure the water flow rate several methods are available.

The velocity area method is conventional method for medium to large rivers, involving the measurement of the cross-sectional area of the river and the velocity of the water through it. It is a useful approach for determining the stream flow with a minimum effort. Figure 1 shows the flow rate of municipal waste water plant in Michoacán state, the maximum water flow rate is 1240 lt/s on October mount and the minimal water flow rate is 830 lt/s on April.

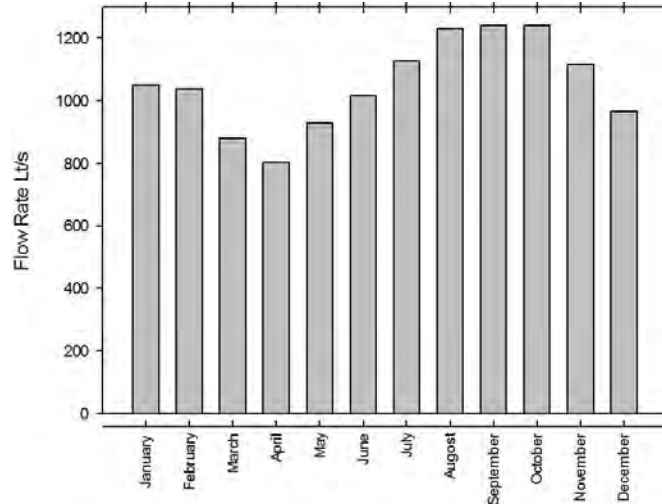


Figure 1. Flow rate of municipal waste water in year 2015.

### Power estimation of developed MHPP

Municipal Waste Water is an opportunity to extract hydraulic energy through micro hydroelectric installation, Morelia has the majority population of the state of Michoacán, this mean that the amount of waste water that produce this city is considerable to make a study of waste water treatment plant. Figure 2 shows a discharge of water treatment, too observed that have an enough space to civil construction to extract a potential energy, the flow that has this plant is show in Figure 2 and the approximately head is 1.5 meters.



Figure 2. Discharge of municipal waste water plant in Morelia.

Power output of the Municipal waste water based micro hydropower plant depends on the theoretical power available and efficiency factor of the plant. The theoretical amount of output power available from a micro hydropower plant is directly related to the flow rate, waste water head and the force of the gravity. To calculate the actual power output from micro hydropower plant, friction losses in the penstock pipes and the efficiency of the turbine and generator are considered. Typically over all efficiencies for electrical generating systems can vary from 50% to 70% with higher overall efficiencies occurring in high head systems.

Water captured would then be carried to micro hydropower plant located on the dry land 1.5 meter down the stream via pipe. The used water from the turbine will then be discharged back into the creek. The stone wall will be constructed from natural materials thereby ensuring that the water which is not used for the hydro scheme will continue to flow through the weir. If 80% of total maximum flow will be used for the hydro scheme, which would be about 992lt/s.

$$P_r = \rho g H Q \quad (1)$$

It can be seen from that estimated net available head at the intake to the hydroelectric unit is 1.5 m for a flow of 992 lt/s. The equation 1 show who to calculate the potential of resource. So the estimated potential hydro power is equal to 18.2 kW. Assuming the energy conversation efficiency from hydro to electrical to be 80%, the estimated electrical power produced will be 14.6 kW. If the municipal waste water consume 500 000 kWh and hypothetic case where implement micro hydro power plants with the conditions before described, the municipal waste plant could recovery 20 % of its energy consume. This is a feasibility way of how a micro hydropower plant based in municipal waste water make use of a sustainable resource.

### Conclusions

MHPP continues to grow around the world and it is important to show the stakeholders how feasible micro hydro systems actually are in a suitable site. The only requirements for micro-hydro power are water sources, turbines, generators, proper design and installation. Micro-hydro power installations are usually run-of-river systems, which do not require a dam, and are installed on the water flow available on a year round basis. The implementation of MHPP in the MWW has the potential to improve the sustainability of the industry. Further research is required to explore the intricacies and practicalities of the turbine design, construction and optimization.

### Reference

- [1] B. A. Nasir, "Design considerations of micro-hydro-electric power plant," *Energy Procedia*, vol. 50, pp. 19–29, 2014.
- [2] L. D. J. Ramos. Gutiérrez, "Las centrales hidroeléctricas en México : pasado, presente y futuro," vol. III, pp. 103–121, 2012.
- [3] A. Date, A. Date, A. Akbarzadeh, and F. Alam, "Examining the potential of split reaction water turbine for ultra-low head hydro resources," *Procedia Eng.*, vol. 49, pp. 197–204, 2012.
- [4] C. S. Kaunda, C. Z. Kimambo, and T. K. Nielsen, "A technical discussion on microhydropower technology and its turbines," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 35, pp. 445–459, 2014.
- [5] S. R. Huang, P. L. Chang, Y. W. Hwang, and Y. H. Ma, "Evaluating the productivity and financial feasibility of a vertical-axis micro-hydro energy generation project using operation simulations," *Renew. Energy*, vol. 66, pp. 241–250, 2014.
- [6] H. J. Vermaak, K. Kusakana, and S. P. Koko, "Status of micro-hydrokinetic river technology in rural applications: A review of literature," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 29, pp. 625–633, 2014.
- [7] A. Raza, D. Xu, M. S. Mian, and J. Ahmed, "A micro hydro power plant for distributed generation using municipal water waste with archimedes screw," *Inmic*, pp. 66–71, 2013.
- [8] R. K. Saket, "Design aspects and probabilistic approach for generation reliability evaluation of MWW based micro-hydro power plant," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 28, pp. 917–929, 2013.



# Sistema de riego por goteo para la producción de aguacate bajo un desarrollo sustentable de ahorro de agua y energía

Guzmán OF<sup>1</sup>, García HJ<sup>2</sup>, Marín ME<sup>3</sup>, Álvarez GE<sup>4</sup> y López AFG<sup>5</sup>

**Resumen:** *En México la agricultura juega un papel importante en el campo el cual está destinado al cultivo de la tierra, cuya finalidad es obtener productos vegetales (verduras, frutos, granos y pastos) para su alimentación, distribución y comercialización. Se encuentran amenazados por la contaminación ambiental, la degradación del suelo y la escasez del agua para el riego. Esta última es un recurso muy importante en la agricultura, sin embargo la conservación de este recurso es de vital importancia para el cultivo de aguacate que utiliza gran porcentaje de los recursos hídricos.*

*Existe la urgente necesidad de crear estrategias para el uso sustentable del agua, basada en la ciencia y la tecnología moderna, incluyendo mejoras técnicas y agronómicas.*

*El sistema de riego por goteo en forma automatizado disminuye significativamente el consumo de agua y energía eléctrica debido a que funciona a determinadas horas del día.*

**Palabra Claves:** Sustentabilidad, Producción, degradación del suelo, Ahorro de agua y energía.

## Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo que cualquier cultivo, plantación o uso de suelo debe ser compatible con su amplitud natural y no alterar el equilibrio de los ecosistemas al incluir acciones que regeneren y se recuperen los mismos, así como la incorporación de cultivos compatibles con la conservación del equilibrio ecológico y la restauración de los ecosistemas.

El estado de México cuenta con un marco jurídico en materia ambiental, cuenta con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. En la región poniente del Estado de México existe una propiedad privada que realizó los trámites correspondientes para sembrar plantas de aguacate en una superficie de 4.04 Has., el cual solicita al Instituto Tecnológico de Zitácuaro un residente y un asesor para el proyecto; el lugar tiene las condiciones de clima, humedad, temperatura y pH del suelo como los requisitos básicos para plantar los árboles siendo un factor importante el agua, cabe mencionar que el lugar carece de un pozo de agua y de instalaciones de tubería municipales cercanas por lo que es necesario realizar un análisis de las posibles alternativas de riego y se toma la decisión de contemplar un sistema de riego por goteo a comparación de otros sistemas que utilizan gran cantidad de este vital líquido.

Entre los rasgos climáticos que inciden en el desarrollo de la planta deben tenerse en cuenta, entre otros, la temperatura, la humedad ambiental, las precipitaciones, la luminosidad y los vientos. Todos estos factores no actúan aisladamente sino que se condicionan mutuamente, constituyendo una unidad climatológica donde algunos de los elementos pueden actuar como limitante.

La temperatura junto con otros factores, determina el grado de evapotranspiración (la suma de la evaporación del suelo y la transpiración de la planta), la cual es medida diariamente en los sistemas de riego por goteo; para el cálculo general de la dosis de agua es necesario que las precipitaciones estén bien distribuidas durante el año.

La luminosidad es otro factor de importancia que garantiza la calidad del fruto. Las ramas demasiado sombreadas no producirán y actuarán parasitariamente en el árbol, de allí la necesidad de controlar la densidad de los árboles y eliminar las ramas sobrantes mediante podas. Por otro lado, la corteza del aguacate es sensible a la intensidad

<sup>1</sup> M. en C. Oscar Fernando Guzmán, Docente de Academia de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [guzman\\_of@yahoo.com](mailto:guzman_of@yahoo.com)

<sup>2</sup> MCTyC Javier García Hurtado, Presidente de la Academia de Ciencia de la Tierra del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [javo339@hotmail.com](mailto:javo339@hotmail.com)

<sup>3</sup> MCTyC Everardo Marín Maya, Secretario de la Academia de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [evermarin Zitacuaro@hotmail.com](mailto:evermarin Zitacuaro@hotmail.com)

<sup>4</sup> L.C. Estela Álvarez Guzmán, Jefa del Departamento Financieros del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [tely\\_70@yahoo.com.mx](mailto:tely_70@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup> C. Francisco Gabriel López Arteaga, Alumno de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Zitácuaro

luminosa produciéndose quemaduras características en ramas y frutos, por lo que no se debe dejar la zona de injerto expuesta al sol de mediodía.

La humedad relativa ambiental también influye en la calidad del fruto y en la salinidad de la parte aérea del árbol. Humedades altas inducen a la proliferación de las enfermedades en hojas, tallos y frutos (antracnosis, cánceres, etc.). Se considera una humedad ambiental óptima aquella que no supere el 60%.

La textura del suelo y proporción de arcilla determinan sus principales características físicas. Los mejores suelos para aguacate son los de textura media y profundos, como los arcillo-arenosos. Los suelos muy pesados (mayor proporción de arcilla) tienen una gran capacidad de campo (retención de agua) y se encharcan periódicamente; sin una buena cantidad de materia orgánica (3 a 5%) esto provoca problemas de aireación y drenaje del agua. Los suelos muy livianos (mayor proporción de arena) tiene muy baja capacidad de campo, se pierde mucha agua por percolación y la aireación puede resultar excesiva.

El aguacate es muy sensible al exceso de humedad en el suelo debido a que su sistema reticular posee pocos pelos absorbentes y realiza la absorción de agua y nutrientes principalmente por las puntas de las ramificaciones radiculares. El exceso de agua provoca una rápida asfixia radicular y favorece la proliferación de hongos, como la *Phytophthora cinnamomi*.

Las principales sales solubles del suelo son los sulfatos, cloruros, carbonatos, bicarbonatos y nitratos. Cuando se aumenta la concentración de esta solución por encima de un límite óptimo, comienzan los efectos salinos (físicos y químicos). Una forma de medir la salinidad de la solución es a partir de la conductividad eléctrica de un extracto a 25 °C, que se expresa en mS/cm (milisiemens por centímetro). Los suelos por debajo de 2 mS/cm se consideran normales. El aguacate es un cultivo muy sensible a la salinidad, se desarrolla normalmente con concentraciones menores de 3 mS/cm, pasando este nivel comienzan los efectos tóxicos de los cloruros de sodio y magnesio, produciendo quemaduras en las plantas y bordes de las hojas, y defoliaciones intensas.

El rango de acidez óptimo para el desarrollo de la planta de aguacate es el comprendido entre un pH de 5.5 y 6.5. Esta baja acidez posibilita una buena absorción de los principales nutrientes.

Para producción de aguacate, el agua de riego debe reunir algunas características importantes para su implementación en lo que respecta al contenido total de sólidos disueltos y al contenido de sodio, cloruros y boro:

- Total de sólidos disueltos: menor de 850 ppm (partes por millón).
- Sodio: menos de 3 meq/L (Indica los miliequivalentes por litro. Para obtener este valor se divide la concentración en mg/L por el Peso Equivalente (ver conceptos técnicos del producto.)
- Cloruros: menos de 107 ppm.
- Boro: menos de 0.7 ppm.

La cantidad de agua necesaria es variable según el estado de la planta (joven o adulta), el clima (grado de evapotranspiración) y el estado de desarrollo (reposo, crecimiento, floración, fructificación), además del sistema utilizado (con el riego por goteo se llega a ahorrar hasta un 40% de agua respecto a otras técnicas).

Según la AALPAUM (Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan, Michoacán) las necesidades de agua por semana por árbol de aguacate son las que proporciona la tabla no.1. En la que se muestran los requerimientos en litros según el tipo de riego.

Edad (meses)	Goteo	Microaspersión	Aspersión	Manguera
<6	21	100	46	50
6-36	30	50	65	75
>36	60	35	170	200

Tabla No.1.- Volúmenes de riego en litros por árbol por semana de acuerdo con la edad de la plantación. Según la AALPAUM (Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan, Michoacán)

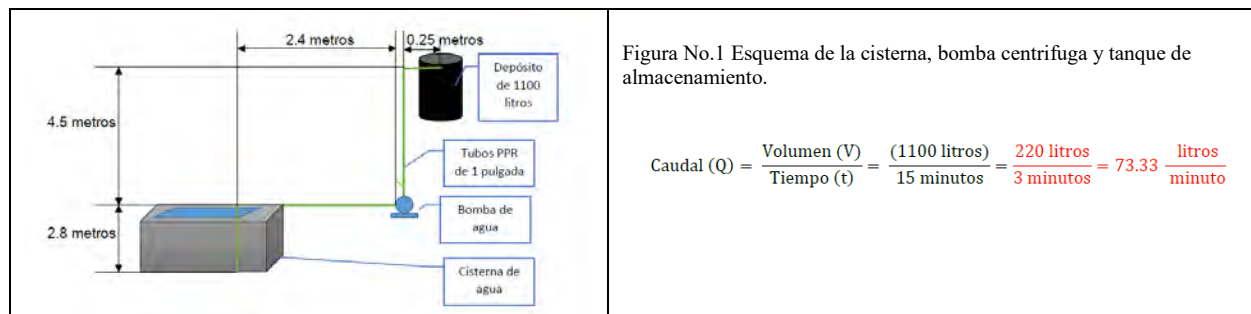
## Desarrollo

La primera fase del proyecto consistió en construir una cisterna que almacenara una gran cantidad de líquido y además permitiera una circulación de la misma en forma constante para que el agua mantuviera sus propiedades químicas que pudiera abastecer una cabaña con todos los servicios, un jardín y el riego por goteo de los árboles de aguacate. En el proyecto se consideró una cisterna que puede albergar hasta 50,000 litros (50 m<sup>3</sup>) y de ahí se pudiera bombear el agua a un tanque de almacenamiento con capacidad de 1100 litros solo para el sistema de riego por goteo.

A partir de ese momento se calculó la potencia de la bomba centrífuga de impulsor cerrado para el llenado de un depósito de agua con capacidad de 1100 litros y se plantearon los criterios de selección de los mismos que permitieran que el proyecto funcionara eficientemente y con bajos costos de inversión, los cuales son:

- Uso agrícola o aplicación para sistemas de riego.
- Operación con agua limpia.
- Caudal a la altura requerida y funcionamiento sin peligro de cavitación.
- Tiempo de llenado del depósito, menor o igual a 15 minutos
- Precio no mayor a \$3,000.00 M.N.
- Alimentación monofásica a 127 voltios
- Facilidad de montaje y de operación.
- De muy poco mantenimiento preventivo.

Para evitar pagos por costos elevados de energía eléctrica la bomba que se seleccione debe operar solamente el tiempo que se requiera. El depósito debe de ser llenado a su máxima capacidad en un tiempo menor o igual a 15 minutos; debido a esto es necesario establecer un caudal en función del volumen del depósito y el tiempo que se desea que opere la bomba y a partir de esto, seleccionar la que cumpla con estas condiciones.



## Metodología

- Se debe bombear agua con una bomba centrífuga de 0.5 Hp a una altura de 4.5 metros (ver figura no.1), llenando un depósito que proporcionara agua al sistema de riego por goteo por gravedad, de 1100 litros, en un tiempo no mayor o igual a 15 minutos.
- El agua es limpia, que proviene de una cisterna de 2.5 metros de alto, por 10 metros de largo y 2 metros de ancho que se encuentra enterrada en el suelo, con un volumen igual a 50 metros cúbicos.
- En la bomba de la marca WDM – PUMPS, modelo DE 15 -1 HF (figura no.1), con succión de 1 ¼ pulgada a la entrada y descarga en 1 pulgada. El régimen es de 145 litros / minuto, a este caudal, la carga de aspiración neta positiva es de 9.18635 pies (ft) = 2.8 metros, según especificaciones de fabricante.
- La temperatura promedio del agua, generalmente es 23° C (73.4 °F) y la presión atmosférica en la zona de Avándaro, Edo. de México es de 81.99 KPa.
- Se determinó la altura máxima, Z<sub>I</sub>, a la que es posible colocar la bomba por encima de la superficie del agua sin que ocurran efectos de cavitación en su interior.
- La mayor pérdida de carga ocurrió entre el depósito y la entrada de la bomba debido a la pichancha y al filtro, colocados a la entrada de ésta, se debe tener un coeficiente de pérdida de K<sub>L</sub> = 6.1 de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

En la segunda fase del proyecto se procedió a calcular del tiempo de funcionamiento del sistema de goteo para la plantación de aguacate. En esta fase, el tiempo deberá ser automatizado para la plantación de los árboles de aguacate. La cuál se encuentra en función del gasto o caudal (Q) que estos requieren. Si cada aguacate de más de 3 años según la tabla no.1. Requiere de 60 litros/semana significa que:

$$\frac{60\text{litros}}{\text{semana}} = \frac{1\text{semana}}{7\text{días}} = \frac{60\text{litros}}{7\text{días}} = \frac{8.5714\text{litros}}{\text{día}}$$

Cada gotero regulable es capaz de suministrar de 0 a 50 litros/hora. Todos se regulan generalizadamente en 9 litros/hora=1 litro/400 segundos, debido a que después de este caudal, funcionan como microaspersores. Entonces sucede que:

$$\text{Tiempo - de - funcionamiento - del - sistema} = \frac{\text{litros _ por _ día _ requiere _ aguacate}}{\text{Caudal(Q)de lg oteroregulable}}$$

$$\text{Tiempo - de - funcionamiento - del - sistema} = \frac{8.5714\text{litros / día}}{9\text{litros / día}} = 0.9523\text{horas / día}$$

$$\text{Tiempo - de - funcionamiento - del - sistema} = \left[ \left( \frac{0.9523\text{horas}}{\text{día}} \right) \left( \frac{60\text{min}}{1\text{hora}} \right) \right] = 57.13\text{min / día}$$

Cálculo de la cantidad total de agua que se aplica en un riego por goteo para 400 árboles de aguacate de más de 3 años si se necesita 8.5714 litros/día. Por lo que la cantidad de agua necesaria proveniente del tinaco de polietileno con capacidad de almacenamiento de 1100 litros es:

$$\left[ \left( \frac{8.5714\text{litros}}{\text{día}} \right) (400\text{árboles}) \right] = 3428.5714\text{litros / día}$$

Entonces, la cantidad de veces de llenado del depósito de 1100 litros debido al gasto en litros / día, será:

$$\left[ \left( \frac{3428.5714\text{litros}}{\text{día}} \right) \left( \frac{1\text{tinaco}}{1100\text{litros}} \right) \right] = 3.1168\text{depositos - tinaco - 1100litros / día}$$

El resultado nos permite conocer el número de veces que se tiene que llenar el tanque de depósito de agua de 1100 litros que va hacer de 3 veces en el transcurso del día.

Una vez concluida la fase anterior se procedió al cálculo de caudales y velocidades presentes en las tuberías.

El caudal (Q) de un gotero regulable se establece de manera arbitraria para cada aguacate en 1 litros / hora = 1litro / 360 segundos.

La fase siguiente se realiza la tabla de valores reales incluyendo caudal, velocidad, número de Reynolds y las pérdidas de carga por fricción, con el uso de las ecuaciones de hidráulica.

	Caudal (Q) L /s	Velocidad (v) m/s	Número de Reynols ( R )	Perdidas de carga por fricción (h) m
Tubería 1	0.275382286	0.543472621	14685.32401	0.033319908
Tubería 2	0.28017327	0.552927727	14940.81306	0.033350641
Tubería 3	0.28017327	0.552927727	14940.81306	0.033350641
Tubería 4	0.275382286	0.543472621	14685.32401	0.033319908

Tabla no.2 Tuberías principales de ¾ de pulgada del sistema de riego automatizado por goteo

De manera similar para la siguientes conexiones de manguera de polietileno de alta densidad. Se usa el mismo procedimiento ya explicado con anterioridad, para encontrar los caudales y velocidades, así como otros datos importantes; presentes en cada etapa del circuito hidráulico.

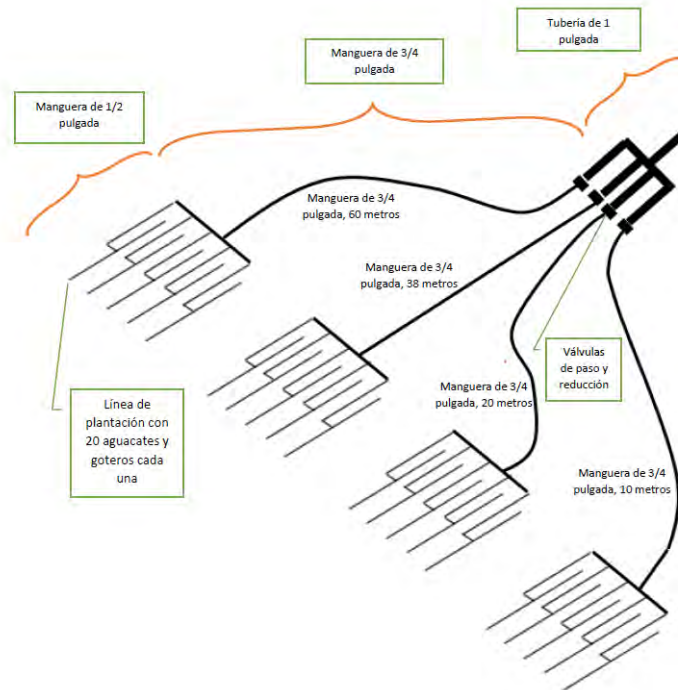


Figura No.2- Distribución de las mangueras de polietileno y tubería PPR.

	Caudal (Q) L/s	Velocidad (v) m/s	Número de Reynolds ( R )	Perdidas de carga por fricción (h) m
Manguera 1	0.052741694	0.18504324	3750.078436	0.082802609
Manguera 2	0.054631192	0.191672505	3884.420000	0.082802607
Manguera 3	0.056704653	0.198947204	4031.855573	0.082802608
Manguera 4	0.056704653	0.198947204	4031.855573	0.082802608
Manguera 5	0.054600009	0.191563384	3882.215400	0.082802607

Tabla no.3. En la tubería de ¾ de pulgada del sistema de riego automatizado por goteo

	Caudal Q litros s	Velocidad v metros s	Numero de Reynolds R	Perdidas de carga por fricción H <sub>f</sub> metros
gotero 1	0.00226	0.017913	242.028	0.001593
gotero 2	0.00233	0.01844	248.648	0.001593
gotero 3	0.00239	0.018936	255.843	0.001593
gotero 4	0.00247	0.019518	263.702	0.001593
gotero 5	0.00255	0.020156	272.332	0.001593
gotero 6	0.00264	0.020862	281.869	0.001593
gotero 7	0.00274	0.021656	292.590	0.001593
gotero 8	0.00285	0.022530	304.379	0.001593
gotero 9	0.00298	0.023529	317.892	0.001593
gotero 10	0.00312	0.024673	333.360	0.001593
gotero 11	0.00312	0.024673	333.360	0.001593
gotero 12	0.00298	0.023529	317.892	0.001593
gotero 13	0.00285	0.022530	304.379	0.001593
gotero 14	0.00274	0.021656	292.590	0.001593
gotero 15	0.00264	0.020862	281.869	0.001593
gotero 16	0.00255	0.020156	272.332	0.001593
gotero 17	0.00247	0.019518	263.702	0.001593
gotero 18	0.00239	0.018936	255.843	0.001593
gotero 19	0.00233	0.018440	248.648	0.001593
gotero 20	0.00226	0.017913	242.028	0.001593

Tabla no.4. Resumen de los goteros del sistema de riego automatizado por goteo

En las tablas No. 3 y 4, se muestran los resultados calculados y la conclusión es satisfactoria al generalizar la regulación de los goteros a un caudal de 1 litro / 400 segundos. Esto permite que la dosificación que aporta cada gotero a cada árbol de aguacate sea aproximadamente la necesaria por día.

### Selección de conductores eléctricos.

Es necesario conocer algunos datos importantes que proporciona el fabricante de bombas y equipos eléctricos. Los equipos que se tienen en el predio son:

- 3 lámparas de 127 voltios, 9 watts del tipo led, factor de potencia de 0.95.
- 2 bombas centrífugas de 3 Hp a 220 voltios y 2.238 Kwatts con un factor de potencia de 0.7 de la marca BONASA, MODELO ME – 15.3 Bif.
- 1 bomba de 0.5 Hp centrífuga a 127 voltios, con factor de potencia de 0.7.
- Dispositivos varios (relevadores, focos piloto y electroválvula) 30 watts, con factor de potencia de 0.99.

### Resultados

- Al automatizar el proceso de riego, con los cálculos del gasto es 8,705.65 litros / día, o lo que es lo mismo 69,645.2 litros cada 8 días. En comparación con el riego tradicional, esto significa un ahorro del 30.3548 % de agua cada 8 días.
- Las necesidades de riego en la plantación de aguacate.
- El sistema de riego por goteo es apto para el fertiriego.
- La operación de los sistemas de riego se realiza de manera automática, pero además de manera manual si el usuario así lo desea.
- Se requiere de un solo operador que sepa manejar y programar el sistema.
- Al cambiar las bombas de riego de gasolina por eléctricas el gasto económico se reduce notablemente

### Bibliografía

- 1.- Cengel, A. Yunus. *Termodinámica Sexta edición*. México DF: Editorial Mc Graw Hill.
- 2.- Zubicaray Viejo Manuel, Fernández Álvarez Javier. *Bombas teoría, diseño y aplicaciones tercera edición*. México DF: Editorial Limusa.
- 3.- Saldarriaga, Juan G. *Hidráulica de Tuberías*. McGraw-Hill, 1998.
- 4.- Rodríguez Suppo, F. (1982). *el aguacate*, 1ra edición, Editor: México.
- 5.- Rodríguez Suppo, F. (1982). *Riego por goteo*. Editor: México.

- 6.- CORIAS, A. V. M. 2009. Tecnología para la producción de aguacate en México. Instituto Nacional de investigaciones, Forestales, Agrícola y Pecuarias (INIFAP). Segunda edición. Libro técnico número 8, Uruapan, Michoacán, México.
- 7.- Whiley A. W. et al. (Eds.). 2002. *The Avocado: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing. Inglaterra.
- 8.- Norma oficial mexicana NOM – 001 – SEDE – 2012 “INSTALACIONES ELECTRICAS”
- 9.- Norma oficial mexicana NOM – 001 – SEDE – 2012 “INSTALACIONES ELECTRICAS”
- 10.- Galán Saucó, Víctor. (1988). *Los frutos tropicales en los subtrópicos. 1. Aguacate, mango, litchi y loughan*. Ediciones Mundi - Prensa. México. pp. 25-53.
- 11.- Streeter, L. Víctor. *Mecánica de fluidos novena edición*. Colombia: Editorial Mc Graw Hill.
- 12.- Allen G. Richard, Pereira S. Luís. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. ROMA: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2006.
- 13.- Rodríguez Martín Antonio, Alvarces Ávila Ricardo. *Manual de riego de jardines*. Consejería de agricultura y pesca. Ediciones ilustres.
- 14.- Medina Camaraza. Yanán. *Síntesis del análisis del flujo de fluidos en tuberías ramificadas*.
- 15.- *Reglamento de la ley federal de aguas nacionales*. Última reforma publicada DOF 25-08-2014. Cámara de diputados del H. congreso de la unión, secretaria general secretaria de servicios parlamentarios.

# Ecuaciones Diferenciales, Programación y Simulación herramientas que permiten una formación integral por competencias de los estudiantes de ingeniería en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro y fomenta el gusto por la investigación

<sup>1</sup>Guzmán OF, <sup>2</sup> Alcantar AA, <sup>3</sup> Borja GF, <sup>4</sup> Méndez SLA, <sup>5</sup> González GJD, <sup>6</sup> García CJD, <sup>7</sup> Cenobio SJE, <sup>8</sup> Méndez AOH

**Resumen:** La aplicación de las materias que cursan los estudiantes de ingeniería permiten realizar proyectos integradores, una formación profesional integral, llevar de la teoría a la práctica y el interés para los futuros investigadores e innovadores tecnológicos; el proyecto de investigación llamado PETIBOT está enfocado a un prototipo de vehículo de transmisión mecánica que a través de un seguidor de línea que simula las curvas en carretera, topes, vibradores y baches para transportar productos frágiles y/o materiales que requieran de un cuidado especial, así como el control y verificación de varias variables que intervienen en el trayecto y en su empaque como la temperatura, humedad y velocidad entre otros; e implementando las estrategias para obtener información y realizar el análisis que permita que el producto llegue a su destino final en condiciones óptimas, además que facilite la comunicación entre el operador y la persona responsable del seguimiento de la empresa, así como el estado físico del material que se está transportando a través de un dispositivo móvil y su localización.

*Palabras clave:* Aprendizaje significativo, competencias, ecuaciones diferenciales, programación y simulación.

## Introducción

La educación es clave para el desarrollo económico y social de cualquier país que permite a todos los jóvenes alcanzar sus objetivos para tener una esperanza más justa y equitativa de los bienes y los beneficios, a fin de disminuir las brechas sociales y económicas y promover la equidad.

Con esta perspectiva, en el Tecnológico Nacional de México a través de los planteles que conforman el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos ha asumido la tarea de actualizar los procesos, planes y programas de estudio para estar acordes con el acontecer del mundo que permite tener la certidumbre y la confianza de que contribuirá a que los profesionales egresados de nuestras instituciones sean personas que aprenden en la vida y para la vida, con una activa participación ciudadana basada en principios éticos, que se comprometen con su propio desarrollo profesional y humano.

La empresa de autotransporte de la región plantea una problema que tiene actualmente, el cual consiste en transportar la mercancía que por sus características requiere mayor cuidado en las carreteras de nuestro país, debido a que éstas presentan baches y deterioro de la carpeta asfáltica, como consecuencia de esto se ve reflejado en la merma del producto que transporta durante su recorrido además del deterioro del transporte por falta de seguridad.

---

<sup>1</sup> M. en C. Oscar Fernando Guzmán, Docente de la Academia de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [guzman\\_of@yahoo.com](mailto:guzman_of@yahoo.com)

<sup>2</sup> C. Aldo Alcantar Abundo, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [soyaldo64@hotmail.com](mailto:soyaldo64@hotmail.com)

<sup>3</sup> C. Fredy Borja García, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [fredy6b6g@hotmail.com](mailto:fredy6b6g@hotmail.com)

<sup>4</sup> C. Luis Alberto Méndez Solórzano, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [lams\\_ing@outlook.es](mailto:lams_ing@outlook.es)

<sup>5</sup> C. Juan Diego González García, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [diego-q3gg@hotmail.com](mailto:diego-q3gg@hotmail.com)

<sup>6</sup> C. Juan de Dios García Cruz, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [juan-garcia.94@hotmail.com](mailto:juan-garcia.94@hotmail.com)

<sup>7</sup> C. José Everardo Cenobio Santiago, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [jecs-ezi@hotmail.com](mailto:jecs-ezi@hotmail.com)

<sup>8</sup> C. Oscar Humberto Méndez Aparicio, Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Zitácuaro [ozkr\\_bornut@hotmail.com](mailto:ozkr_bornut@hotmail.com)



A los estudiantes de las carreras de Ingeniería Electromecánica y Sistemas Computacionales al inicio del semestre se les planteó el problema que tiene la empresa de autotransporte federal de la región y se dieron las directrices a seguir para controlar las variables, algunos de ellos formaron equipos multidisciplinarios; empezaron a buscar las estrategias para la solución del autotransporte de carga federal y documentaron sobre las condiciones de las carreteras del territorio nacional que no están en excelentes condiciones, la mayoría de las empresas que contratan el autotransporte para llevar su carga empaacan bien su producto para que éste llegue en las mismas condiciones de las que salieron de la fábrica.

Con las variables que intervienen durante el trayecto no se tiene un control, como la presión, temperatura, humedad, vibraciones y velocidad; los estudiantes de las carreras de ingeniería incorporaron las herramientas que les proporcionan las materias de **Ecuaciones Diferenciales, Programación y Simulación** para buscar las posibles soluciones a la misma y trabajaron en forma multidisciplinaria para analizar, diagnosticar, diseñar, seleccionar, instalar, administrar, mantener e innovar sistemas electromecánicos y tecnología computacional, en forma eficiente, segura y económica, considerando las normas y estándares nacionales e internacionales de forma sustentable con plena conciencia ética, humanística y social.

La primera etapa consistió en la documentación del problema que se presenta en el autotransporte y encontraron que una de las alternativas para abordar el tema era un seguidor de línea, que es un robot autónomo capaz de detectar líneas blancas o negras y andar sobre ella sin perder el camino y esto permitiera simular las carreteras del país –con baches, vibradores, velocidades en curvas entre otras- en el seguidor de línea. Se buscó implementar sensores que a su vez mandaran información a un dispositivo móvil para que se graficará la información, generara una base datos y localizara el transporte; esto fue un gran reto para manejar un modelo matemático y para obtener la información para uso del empaque adecuado para el producto para una mejor conservación del producto durante el trayecto.

En la segunda etapa los alumnos de la carrera de electromecánica se abocaron a diseñar un prototipo con las características del autotransporte e hicieron uso de los laboratorios de maquinados y electrónica con que cuenta el Instituto Tecnológico de Zitácuaro, para ésto se consideró el tipo de tarjeta electrónica y las dimensiones de ésta para hacer la escala correspondiente, empezaron a buscar los materiales, dispositivos mecánicos y electrónicos de acuerdo con los cálculos realizados.

En la tercera etapa se buscaron motores de corriente directa, debido a que su funcionamiento se basa en las fuerzas de atracción y repulsión establecidas entre un imán y un hilo (bobina) por donde circula una corriente eléctrica; los servomotores son pequeños, tienen internamente un circuito de control y sumamente poderoso por su tamaño; un motor-reductor tiene acoplado directamente un tren de engranaje que reduce y aumenta las revoluciones del motor en su salida por el tipo de relación de los engranes.

Además de los sensores que son: un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, entre otros. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), entre otro un sensor CNY 70 que es un sensor óptico reflexivo que tiene una construcción compacta donde el emisor de luz y el receptor se colocan en la misma dirección para detectar la presencia de un objeto utilizando la reflexión del infrarrojo sobre el objeto. La longitud de onda de trabajo es 950nm. El detector consiste en un fototransistor.

El sensor PIR (movimiento). Detecta el movimiento de cualquier objeto o persona en toda una habitación. Simplemente conectado y espera unos 2 ó 20 segundos y estará listo. Cuando detecta algún movimiento, el pin de "alarma" pasará a nivel bajo.

El sensor LM35 (temperatura). El sensor LM35, es un sensor de temperatura integrado de precisión cuyos rangos de operación oscilan desde los  $-55^{\circ}\text{C}$  hasta los  $150^{\circ}\text{C}$ , teniendo en cuenta que este tipo de sensores ofrecen una precisión de más o menos  $1.4^{\circ}\text{C}$  a temperatura ambiente. Además de ello, son del tipo lineal; es decir, que no es necesario forzar al usuario a realizar conversiones debido a que otros sensores están basados en grados Kelvin.

Con el sensor de vibración MS 605-00004, se utilizará una tarjeta de desarrollo, la cual nos mostrará los datos de modo serial y físicamente por medio de una alarma luminosa por medio de un diodo emisor (Sensor piezoeléctrico de vibración que consta de una película de laminada de un sustrato de polímero). Cuando el sensor es doblado o desplazado de su eje neutral, éste genera voltaje que puede ser de 0 a 70V.

### Desarrollo

La siguiente etapa consistió en llevar el control del comportamiento de una variable o varias variables durante su trayecto, así mismo, a las diferentes situaciones por las cuales se pueda enfrentar como son:

- Específico
- Diseñar un vehículo seguidor de línea
- Escoger el tipo de lenguaje de programación a utilizar.
- Complementar el vehículo con un sensor de movimiento para controlar las vibraciones de la variable
- Complementar el vehículo con un sensor de temperatura.
- Complementar el vehículo con un módulo de radiofrecuencia de 433MHz para el envío y recepción de datos.
- Graficar todas las variables durante su recorrido

### Metodología

#### Modelo Matemático

En general, el número de sistemas térmicos que pueden ser descritos por ecuaciones diferenciales lineales es limitado. Las variables involucradas en sistemas térmicos son la razón del flujo calorífico  $q(t)$  y la temperatura  $T(t)$ .

La condición de equilibrio para sistemas térmicos establece: que "el calor administrado a un sistema es igual al calor almacenado más el calor liberado"

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Energía\_de} \\ \text{entrada} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Razón\_de} \\ \text{energía\_almacenada} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Energía\_de} \\ \text{salida} \end{array} \right\}$$

$$q = hA(T_2 - T_1) = \frac{T_2 - T_1}{R_t}$$

Dónde:

$h$ = Coeficiente de transferencia de calor (Joule/seg) /cm<sup>2</sup>

$A$ = Área del intercambiador de calor m<sup>2</sup>

$T$ = Temperatura °C

$R$ = Resistencia térmica Grados(Joule/seg)

La cual indica que la razón de transferencia de calor en un cuerpo es proporcional a la diferencia de temperatura a través del cuerpo donde  $T_2$  es la temperatura del medio circundante y  $T_1$  es la temperatura del cuerpo.

#### Sistema Ackerman.

El Sistema Ackerman es el que normalmente utilizan los automóviles, se basa en cuatro ruedas, siendo dos de ellas directrices, la ventaja es que es fácil de implementar, pero tiene una cinemática muy complicada.

El cumplimiento de la condición de Ackerman implica que los ángulos de las ruedas (considerando ángulos pequeños) para la geometría ideal de giro están dados por:

$$\delta_o \cong \frac{L}{(R + t/2)} \qquad \delta_i \cong \frac{L}{(R - t/2)}$$

El ángulo medio de las ruedas delanteras (manteniendo la consideración de ángulos pequeños) se define como ángulo de Ackerman:

$$\delta = \frac{L}{R}$$

Los términos Dirección de Ackerman o Geometría de Ackerman (o simplemente Ackerman) son frecuentemente usados para denotar la geometría exacta de las ruedas delanteras.

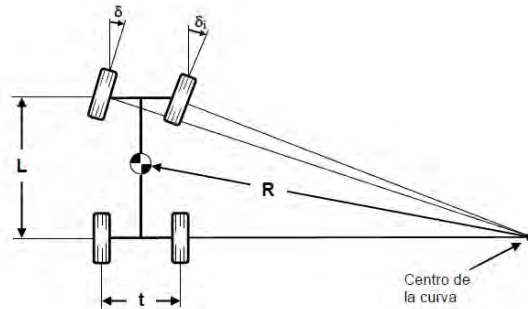


Figura 1. Geometría de giro de un vehículo

La geometría de este mecanismo normalmente no es un paralelogramo (que giraría el mismo ángulo ambas ruedas), sino un trapecoide muy aproximado a la geometría de “Ackerman” que hace girar un ángulo mayor a la rueda interior que a la exterior.

La metodología que se utilizaba en la solución del problema que planteó por la empresa de autotransporte inicia con la fase de identificación del problema, sigue con la fase del diseño o elaboración del proyecto, la fase de implementación o ejecución y por último la evaluación final.

Mientras los estudiantes de Ingeniería Electromecánica trabajaban en la construcción del prototipo del seguidor de línea los alumnos de Ingeniería en Sistema Computacionales elaboraban su diagrama de flujo.

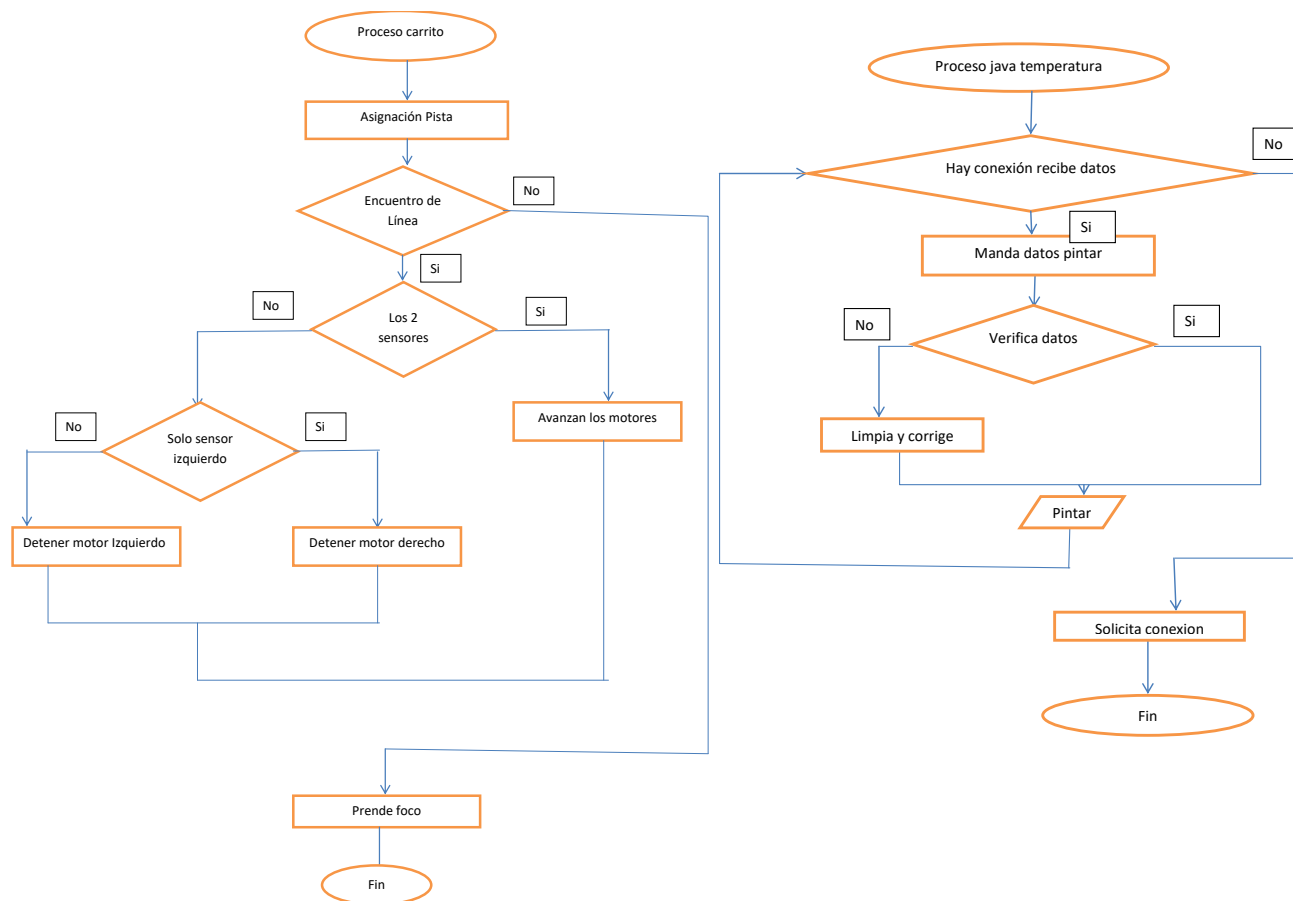


Figura No.2 Diagramas de flujo para los sensores del seguidor de línea

### Arquitectura hardware

Para la arquitectura hardware se ha intentado elaborar una arquitectura eficiente que permita sostener peso, ligera y su costo sea bajo. Para poder generar toda la electrónica, se ha utilizado el programa SolidWorks para piezas, ensamble y simulación. Además, el programa Oracle que permite diseñar toda la electrónica del seguidor de línea. Para determinar qué electrónica será necesaria, es importante diferenciar los cuatro bloques que forman el hardware de nuestro seguidor.

En primer lugar, está del sistema electrónico de alimentación que suministra corriente a los demás bloques; en segundo lugar el área de sensores o de instrumentación, la cual permite la captura de información del entorno. Como es el caso de la detección de la línea negra que deberá seguir el transporte de seguidor de línea a través de sensores infrarrojos. Además, está el microcontrolador, que utilizándose una tarjeta Arduino UNO (Rev 3), la cual generará comandos de salida hacia los actuadores a través de la información obtenida y de la programación interna. En último lugar, tendrá los actuadores o la electrónica de potencia, la cual suministrará corriente necesaria a los motores de corriente directa.

### Arquitectura software

La arquitectura software ha de tener varios principios básicos a la hora de implementar el seguidor de línea. Esta pretende ser modular y reutilizable teniendo en cuenta el lenguaje de programación basado en Java que se utiliza con Arduino UNO (Rev 3).

Esta arquitectura software va a estar dividida en dos apartados fundamentales, la implementación del movimiento del transporte de seguidor de línea y la implementación de la obtención de los datos de los sensores de presión,

temperatura, vibración, pH , velocidad y la localización de la unidad. Por último, habrá que tener en cuenta la sincronización de todas las variables para ser enviadas a la Laptop que permita su análisis e implementación para una correcta funcionalidad en el seguidor. En cuanto a la obtención de los datos de los sensores para la especificación de los movimientos y velocidad se ha separado en dos funciones básicas como son: los giros y las bifurcaciones.

## Programación

La utilización del C y Java, este último es un lenguaje de programación orientado a objetos en el que puede realizarse programas con la posibilidad de ejecutarse en cualquier contexto, en cualquier ambiente, siendo así su portabilidad uno de sus principales logros. Puede ser modificado por cualquiera, circunstancia que lo convierte en lo que comúnmente se denomina “código abierto” el cuál fue seleccionado.

### *Parte de la programación utilizada:*

```
public void mouseClicked(java.awt.event.MouseEvent e) { Parameters configuracion = null; try {
configuracion = new Parameters();
configuracion.setPort("COM8");
configuracion.setBaudRate(Baud._9600);
Com com8 = null;
com8 = new Com(configuracion);
com8.sendSingleData(Texto.getText());
com8.close();
} catch (Exception e1) { e1.printStackTrace(); }
}
});
```

## Electrónica

Microcontrolador programable Arduino tiene la ventaja que permite manejar dos motores, Arduino es una plataforma electrónica abierta para la creación de prototipos basado en software y hardware flexibles y fáciles de usar.

Arduino (Uno Rev 3) es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega328 (datasheet). Lleva 14 entradas/salidas digitales y 6 de estas pueden utilizarse para salidas PWM. Además lleva 6 entradas analógicas, un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP y un pulsador para el reset. La placa lleva todo lo necesario para soportar el microprocesador.

Arduino Motor Shield se basa en el L298 (datasheet), que es un controlador de puente dual completo, diseñado para manejar cargas inductivas como relés, solenoides, DC y motores paso a paso que permite conducir dos motores de corriente continua con la placa Arduino, el control de la velocidad y la dirección de cada uno de forma independiente. También se puede medir el consumo de corriente de cada motor, entre otras características.

## Conclusión:

Al término de la realización del proyecto se recopiló una serie de datos satisfactorios que cumple las necesidades requeridas, como son, el transporte de un objeto frágil en un vehículo seguidor de línea y así mismo verificar el estado de la misma graficando su reacción.

Los datos son, cuando en la pista se encuentran un tope o vibradores el objeto reacciona realizando un movimiento que es captado por el sensor de movimiento mandando los datos y encendiendo un led en el vehículo como señal, cuando la temperatura ambiente cambia es captado por el sensor y se representa en forma de gráfica.

## Bibliografías:

1. Torrente, Óscar A. Arduino, curso práctico de formación: libros re.

2. Cornel Amariei. (2015). Arduino development cookbook: packt publishing.
3. Llamas Luis (ingeniería, informática y diseño) (2015, medir temperatura con arduino y sensor lm35). Recuperado de:<http://www.luisllamas.es/2015/07/medir-temperatura-con-arduino-y-sensor-lm35/>
4. Utec (2014), diseño y construcción de robot seguidor de línea. Recuperado de: <http://www.utec.edu.mx/tesis/au/0354.pdf>
5. Martín Daniel "ionitron" ··· barcelona (españa) ··· 2001-2008, x-robotics, seguidor de líneas, recuperado de: [www.x-robotics.com/robots\\_simples.htm](http://www.x-robotics.com/robots_simples.htm)
6. Youtube (2014), como hacer tu robot seguidor de línea fácil. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=wn0bpn9-mos>

# El impacto del estrés en los alumnos del instituto tecnológico de matamoros

Georgina Magdalena Guzmán Franco MAE<sup>1</sup>, MAE. Irma Leticia García Treviño<sup>2</sup>,  
MAE Lilia Guerra Aguilar<sup>3</sup> y MAI Guadalupe Valdez Yépez<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente proyecto de investigación se realiza con el fin de que la población estudiantil haga conciencia ante el problema que se desarrolla del estrés.

La vida moderna y la actual situación económica de “crisis” nos llevan a tener que realizar más de una actividad para poder sustentar los gastos y mantenimiento de una carrera universitaria. Todo esto, sumado al hecho del reto personal que conlleva, puede llevar a producir un estado de tensión tal que puede desembocar en estrés académico que si no se sabe reconducir, puede acabar con todas las metas y proyectos.

De acuerdo al INEGI ocupamos el segundo lugar en estrés y queremos aprobar o desaprobamos este supuesto, se pretende identificar el nivel de estrés de los alumnos de la institución en función de los factores es lo que provoca el estrés en ellos.

El estrés es un sentimiento de tensión física o emocional. Puede provenir de cualquier situación o pensamiento que lo haga sentir a uno frustrado, furioso o nervioso.

El estrés es la reacción de su cuerpo a un desafío o demanda. En pequeños episodios puede ser positivo, como cuando le ayuda a evitar el peligro o cumplir con una fecha límite, pero cuando el estrés dura mucho tiempo, puede dañar su salud.

## Introducción

Se presenta en este documento la información que ha sido organizada primeramente con el resumen en el que se habla del problema concreto al que se enfocó este trabajo investigativo. Lo interesante de este trabajo es que la encuesta fue aplicada a 200 alumnos de las diferentes carreras del Instituto Tecnológico de Matamoros, nace de la materia de comportamiento organizacional.

El estrés es un sentimiento de tensión física o emocional. Puede provenir de cualquier situación o pensamiento que lo haga sentir a uno frustrado, furioso o nervioso. Incluso cada día existen situaciones las cuales nos tensionan y nos frustran.

Los objetivos que deseamos abarcar en nuestra investigación es conocer cuanta población de nuestros alumnos han padecido de estrés.

La problemática planteada en este proyecto hace mención a la carencia de moralidad y ética que tienen los alumnos del Instituto Tecnológico Matamoros acerca del estrés, ya que la mayoría de la personas tienen desórdenes emocionales.

Es un tema muy preciso y sencillo ya que esta temática del estrés es una realidad en la cual estamos viviendo y nadie está exento de no vivirla.

Es sencillo porque tenemos a nuestra disposición una serie de datos e información a la cual podemos acceder fácilmente.

El tipo de investigación que realizaremos será estadística, ya que realizaremos encuestas a los alumnos de la institución para tener una investigación más concreta y confiable.

El Instituto Tecnológico Matamoros necesita un control estadístico de cómo es su tensión dentro y fuera del plantel para evitar desórdenes emocionales en los alumnos.

El presente proyecto de investigación se realiza con el fin de que la población haga conciencia ante el problema del estrés.

Se pretende identificar el nivel de estrés de los alumnos de la institución en función de que factores es lo que provoca el estrés en ellos. Esto lo hacemos porque de acuerdo a las últimas estadísticas de INEGI ocupamos el segundo lugar en estrés y queremos aprobar o desaprobamos este supuesto.

<sup>1</sup> Georgina Magdalena Guzmán Franco MAE es Profesora del Programa Académico de Licenciatura en Administración en el Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. [guzmangina@hotmail.com](mailto:guzmangina@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La MAE.Irma Leticia García Treviño, es profesor de posgrado en el Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. [irmaleticagar@hotmail.com](mailto:irmaleticagar@hotmail.com)

<sup>3</sup> La MAE Lilia Guerra Aguilar es Profesora del Programa Académico de Licenciatura en Administración en el Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. [liliaguerra@hotmail.com](mailto:liliaguerra@hotmail.com)

<sup>4</sup> La MAI Guadalupe Valdez Yépez, en el Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. [valdezyepezz@hotmail.com](mailto:valdezyepezz@hotmail.com)

Mejorar el estado emocional y físico de los alumnos del ITM a través de métodos para el manejo del estrés.

El estrés académico es aquél que se produce a partir de las demandas que exige el ámbito educativo. En términos estrictos, éste podría afectar tanto a profesores –recordemos los problemas de ansiedad a hablar en público o el llamado síndrome de Bournout15 o el estrés informado por los profesores en el abordaje de sus tareas docentes– como a estudiantes.

Incluso, dentro de éstos, podría afectar en cualquier nivel educativo. No obstante, lo anterior, nos vamos a centrar en el estrés académico de los estudiantes universitarios.

#### HIPOTESIS

Si los alumnos tuvieran un conocimiento claro sobre el estrés, ellos probablemente realizarían diferentes métodos para el manejo del estrés.

#### MARCO REFERENCIAL

El estrés es un sentimiento de tensión física o emocional. Puede provenir de cualquier situación o pensamiento que lo haga sentir a uno frustrado, furioso o nervioso.

El estrés es la reacción de su cuerpo a un desafío o demanda. En pequeños episodios el estrés puede ser positivo, como cuando le ayuda a evitar el peligro o cumplir con una fecha límite. Pero cuando el estrés dura mucho tiempo, puede dañar su salud.

El estrés es un sentimiento normal. Hay dos tipos principales de estrés:

- Estrés agudo. Este es estrés a corto plazo que desaparece rápidamente. Puede sentirlo cuando presiona los frenos, pelea con su pareja o esquía en una pendiente. Esto le ayuda a controlar las situaciones peligrosas. También ocurre cuando hace algo nuevo o emocionante. Todas las personas sienten estrés agudo en algún momento u otro.
- Estrés crónico. Este es el estrés que dura por un período de tiempo prolongado. Usted puede tener estrés crónico si tiene problemas de dinero, un matrimonio infeliz o problemas en el trabajo. Cualquier tipo de estrés que continúa por semanas o meses es estrés crónico. Puede acostumbrarse tanto al estrés crónico que no se dé cuenta que es un problema. Si no encuentra maneras de controlar el estrés, este podría causar problemas de salud.

#### EL ESTRÉS Y SU CUERPO

Su cuerpo reacciona ante el estrés al liberar hormonas. Estas hormonas hacen que su cerebro esté más alerta, causar que sus músculos se tensionen y aumentar su pulso. A corto plazo, estas reacciones son buenas porque pueden ayudarle a manejar la situación que causa el estrés. Esta es la manera en que su cuerpo se protege a sí mismo.

Cuando tiene estrés crónico, su cuerpo se mantiene alerta incluso cuando no hay peligro. Con el tiempo, esto le pone en riesgo de problemas de salud, incluyendo:

- Presión arterial alta
- Insuficiencia cardíaca
- Diabetes
- Obesidad

Si usted ya tiene una condición de salud, el estrés crónico puede hacer que sea peor.

### Descripción del Método

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

Los resultados obtenidos se capturaron utilizando el software Excel, lo que permitió su análisis e interpretación y la realización de las gráficas que se presentan en el resumen de resultados.

a) Recolección de datos.- Por medio de una encuesta aplicada a los alumnos de administración del ITM obtuvimos los siguientes resultados. b) Organización de datos.- Los resultados obtenidos fueron organizados de manera descendente a ascendente. c) Representación gráfica.- En las siguientes graficas se representa el resultado de la encuesta aplicada a los alumnos y personal del plantel.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

Los resultados obtenidos arrojan información muy interesante, la encuesta aplicada a 200 alumnos turno matutino de las diferentes carreras del Instituto Tecnológico de Matamoros.

Distribución general de las comidas ingeridas de los alumnos se observa que la mayoría de los alumnos que no trabajan del ITM son los que realizan más de tres comidas diarias del ITM, de las cuales no se sabe si son nutritivas. Existe una gran cantidad de alumnos presentan con frecuencia dolores musculares.

Hay un gran número de alumnos que trabajan que presentan estrés laboral a causa del exceso de trabajo.

Una gran cantidad de estrés escolar a causa del exceso de carga académica en los alumnos que trabajan esto se sobre entiende que podría ser debido a tener dobles obligaciones.



La gastritis y la hipertensión arterial son las enfermedades más padecidas x los alumnos. Esto podría provocar estrés crónico.

#### *Conclusiones*

El estrés es un sentimiento de tensión física o emocional. Puede provenir de cualquier situación o pensamiento que lo haga sentir a uno frustrado, furioso o nervioso. De acuerdo con los expertos los problemas nutricionales pueden causar estrés.

La vida moderna y la actual situación económica de “crisis” nos llevan a tener que realizar más de una actividad para poder sustentar los gastos y mantenimiento de una carrera universitaria. Todo esto, sumado al hecho del reto personal que conlleva, puede llevar a producir un estado de tensión tal que puede desembocar en estrés académico que si no se sabe reconducir, puede acabar con todas las metas y proyectos.

En conclusión dados los resultados del proceso estadístico los alumnos del ITM tiene estrés debido a que la mayoría no practican algún deporte, además no ingieren sus 5 comidas al día y han padecido enfermedades que provocan el estrés.

En mi opinión la mayoría de nosotros sufre estrés o ha sufrido a causa de nuestra mala cultura en la alimentación así como no fomentarnos algún deporte, es por eso que debemos dar información acerca del estrés porque la mayoría la desconocemos.

#### *Recomendaciones*

Se recomienda a los alumnos que establezcan prioridades. Primero lo más importante: TU SALUD.

- Lleva una alimentación sana y balanceada que te permita tener las vitaminas, proteínas y minerales que tu organismo necesita, ya que el cerebro consumirá gran parte para poder rendir en el proceso de aprendizaje.
- Realiza alguna actividad deportiva que te permita liberar energías y tonificar tu cuerpo. Los estudiantes están mucho tiempo sentados y esto hace que ciertas funciones orgánicas se hagan más lentas.
- Los resúmenes, síntesis y análisis son excelentes para poder aprender mejor. Habitúate a ellos y sentirás que tienes gran parte del camino andado y reducirás el agobio.
- No dejes para el final lo que puedas hacer hoy. Hacer las asignaciones con tiempo no sólo te permite reducir el tiempo de respuesta, sino que te quita una preocupación latente en tu mente sobre algo pendiente por realizar.
- Los problemas personales suelen ser determinantes para que tengan tranquilidad a la hora de estudiar. De alguna manera los resolverás. Buscar un ambiente distinto: biblioteca, un parque, la casa de algún amigo, etc. y corta con el contexto que pueda estar recordándotelos. Cada cosa en su momento.

Los nervios, la tensión, la falta de sueño, la mala alimentación, los problemas familiares, el mantenimiento económico, las presiones y demás son factores que la mayoría de los estudiantes universitarios deben enfrentar. Lo más importante es saber sobrellevar todo con la mejor disposición posible y planificar con agrado la actividad que se está realizando. Todos estos esfuerzos se verán recompensados con una profesión digna y que dará avance y abrirá oportunidades laborales y profesionales.

#### **Referencias**

- <http://www.redalyc.org/pdf/876/87602203.pdf>
- <http://www.gestionsocial.org/archivos/00000386/BaronResolConflicto.pdf>
- [http://www.uhu.es/gerencia/info\\_personal/formacion/cursos\\_10/cont\\_13\\_gest\\_conf.pdf](http://www.uhu.es/gerencia/info_personal/formacion/cursos_10/cont_13_gest_conf.pdf)
- <http://www.uprm.edu/vivienda/media/docs/ManejoDeConflictos.pdf>
- <http://www.uma.es/publicadores/prevencion/wwwuma/estres.pdf>

#### **Notas Biográficas**

La **M.A.E. Georgina Magdalena Guzmán Franco** es profesora de tiempo completo del Programa Académico de Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Matamoros Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de postgrado en Administración de Empresas en la Universidad Autónoma del Noreste de Saltillo, Coahuila.

La **MAE. Irma Leticia García Treviño**, es profesor de posgrado en el Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. es profesora del programa educativo de Posgrado, del cual es Presidenta del Consejo. Realizó su maestría en Administración de Empresas en la Universidad Autónoma del Noreste de Saltillo, Coahuila.

La **M.A.E. Lilia Guerra** Aguilar es profesora de tiempo completo del Programa Académico de Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Matamoros Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de postgrado en Administración de Empresas en la Universidad Autónoma del Noreste de Saltillo, Coahuila. Ha obtenido el 2º. Refrendo como Académico Certificado en Administración por ANFECA y participa como evaluadora del organismo acreditador CACECA. Ha participado con ponencias y han sido publicadas en extenso en algunos congresos internacionales del 2009 al 2014. Obtuvo el reconocimiento al perfil deseable del PRODEP en 2013.

La **MAI** es profesor de posgrado en el Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. Es profesora del programa educativo de Posgrado, del cual es Presidenta del Consejo. Realizó su maestría en Administración de Empresas en la Universidad Autónoma del Noreste de Saltillo, Coahuila.

# Estudio de Mercado de una Empresa Periodística en la Ciudad de Matamoros

Ileana Guzmán Prince MAE<sup>1</sup>, Lic. Yolanda Zapata Calvillo<sup>2</sup>,  
MAE Elsa Delgado Cazares<sup>3</sup> y MAE Corina Ocegueda Mercado<sup>4</sup>

**Resumen**— El siguiente artículo contiene los resultados de un estudio de mercado realizado en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas para un periódico local con la finalidad de elaborar estrategias enfocadas en aumentar las ventas, mejorar la calidad de la gaceta y convertir al periódico en unos de los preferentes en la región. Se optó por realizar una investigación de mercado: para conocer las preferencias de compra, enfocado principalmente a los lectores del periódico, esto con el objetivo de conocer las preferencias al momento de comprar y si conocer su opinión sobre los diversos periódicos de la ciudad. Se definió un perfil demográfico y se realizó un análisis FODA de la empresa periodística para tener un panorama amplio de las fortalezas y debilidades de la empresa.

**Palabras clave**—Estudio de mercado, FODA, Investigación de mercado.

## Introducción

Para gestionar una empresa con éxito, es de suma importancia saber quiénes son sus clientes, lo que necesitan y cómo llegar a ellos. Con un estudio del mercado podrá obtener datos precisos y específicos sobre sus clientes y competidores, un aspecto esencial para empezar o ampliar su negocio. Es un método que le ayuda a conocer sus clientes actuales y a los potenciales. De manera que al saber cuáles son los gustos y preferencias de los clientes, así como su ubicación, clase social, educación y ocupación, entre otros aspectos, podrá ofrecer los productos que ellos desean a un precio adecuado. Lo anterior lo lleva a aumentar sus ventas y a mantener la satisfacción de los clientes para lograr su preferencia.

Razón por la cual a través del estudio de mercado se obtuvo información fidedigna que nos brinde estrategias para promover el éxito de la empresa y conocer las necesidades reales del cliente de la ciudad de matamoros.

## Fundamentos Teóricos

### Estudio de mercado

Se puede definir como la recopilación y análisis de información, en lo que respecta al mundo de la empresa y del mercado, realizado de forma sistemática o expresa, para poder tomar decisiones dentro del campo del marketing (AAKER, 2007).

### Clasificación de la investigación de mercados

De acuerdo al autor Naresh K. Malhotra (2008) en su libro de Investigación de mercados nos muestra una definición clara donde plantea que las organizaciones realizan investigación de mercados por dos razones: 1. identificar y 2. Resolver problemas de marketing.

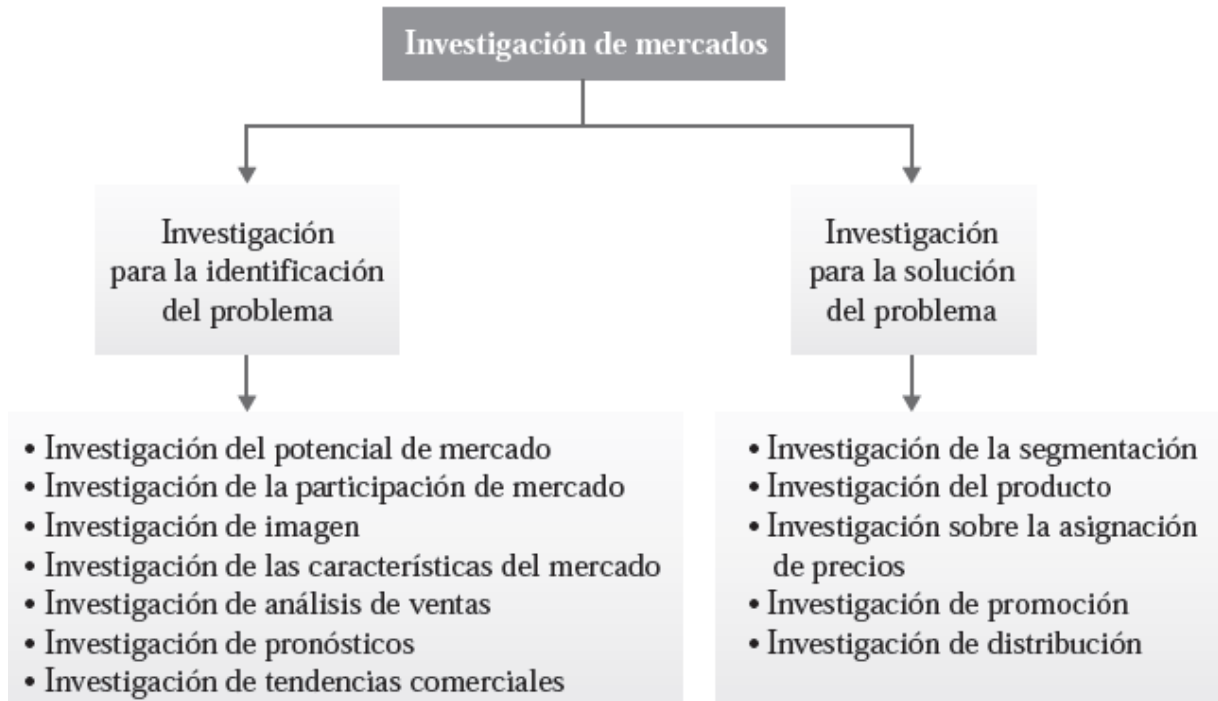
Como se muestra en la **figura 1**, tal distinción sirve de base para clasificar la investigación de mercados en estudios para identificar o para resolver el problema. La investigación para la identificación del problema se lleva a cabo para ayudar a identificar problemas que quizá no sean evidentes a primera vista, pero que existen o es probable que surjan en el futuro. Algunos ejemplos de este tipo de investigación incluyen estudios de potencial de mercado, participación de mercado, imagen de una marca o compañía, características del mercado, análisis de ventas, pronósticos a corto y a largo plazos, y tendencias comerciales (MALHOTRA, 2008).

<sup>1</sup> Ileana Guzmán Prince MAE es Profesor de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros, Matamoros, Tamaulipas. [coordinacionmai@yahoo.com.mx](mailto:coordinacionmai@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> La Lic. Yolanda Zapata Calvillo es alumna de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros Tamaulipas, México [ilybun@hotmail.com](mailto:ilybun@hotmail.com)

<sup>3</sup> La MAE Elsa Delgado Cazares es Profesora de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México [edelgadocazares@hotmail.com](mailto:edelgadocazares@hotmail.com)

<sup>4</sup> La MAE Corina Ocegueda Mercado es Profesora Investigadora de de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México [ocegueda\\_cora@hotmail.com](mailto:ocegueda_cora@hotmail.com)

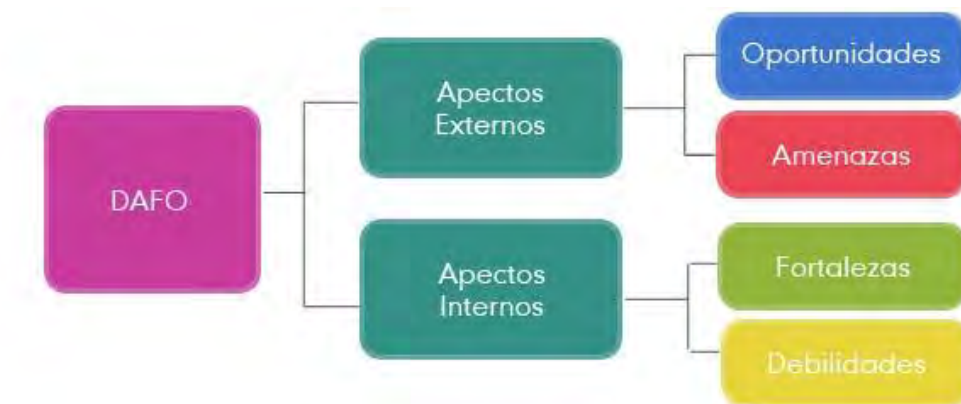


**Figura 1 Clasificación de la investigación de mercado (MALHOTRA, 2008)**

Una vez que se ha identificado un problema o una oportunidad, se realiza la investigación para la solución del problema, cuyos hallazgos se utilizan para tomar decisiones que resolverán problemas de marketing específicos. La clasificación de la investigación de mercados en dos tipos principales resulta útil desde un punto de vista conceptual y práctico. Sin embargo, ambos tipos de estudios van de la mano y pueden combinarse en un proyecto de investigación de mercados

### **Análisis FODA**

El autor Fred R. David en su libro de Conceptos de Administración Estratégica nos hace referencia que la sigla FODA, es un acrónimo de Fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), Oportunidades, (aspectos positivos que podemos aprovechar utilizando nuestras fortalezas), Debilidades, (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y Amenazas, (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de nuestros objetivos) (FRED, 2000).



La matriz FODA es una herramienta de análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, individuo, producto, empresa, etc., que esté actuando como objeto de estudio en un momento determinado del tiempo.

Es como si se tomara una “radiografía” de una situación puntual de lo particular que se esté estudiando. Las variables analizadas y lo que ellas representan en la matriz son particulares de ese momento. Luego de analizarlas, se deberán tomar decisiones estratégicas para mejorar la situación actual en el futuro.

El objetivo primario del análisis FODA consiste en obtener conclusiones sobre la forma en que el objeto estudiado será capaz de afrontar los cambios y las turbulencias en el contexto, (oportunidades y amenazas) a partir de sus fortalezas y debilidades internas.

Ese constituye el primer paso esencial para realizar un correcto análisis FODA. Cumplido el mismo, el siguiente consiste en determinar las estrategias a seguir. Para comenzar un análisis FODA se debe hacer una distinción crucial entre las cuatro variables por separado y determinar qué elementos corresponden a cada una.

A su vez, en cada punto del tiempo en que se realice dicho análisis, resultaría aconsejable no sólo construir la matriz FODA correspondiente al presente, sino también proyectar distintos escenarios de futuro con sus consiguientes matrices FODA y plantear estrategias alternativas

### **Descripción del Método**

Al realizar el presente proyecto de estudio de mercado se conoció las preferencias de los lectores de periódicos de la ciudad de Matamoros considerando la población total de Matamoros Tamaulipas de acuerdo al INEGI con un total de la población de 489 193.

### **Selección de Instrumentos**

Se seleccionó el instrumento encuesta estuvo basada en la necesidad de indagar sobre aspectos que permitieran establecer tendencias, gustos y preferencias entre de los lectores. En la encuesta aplicada la información recogida a través de este medio posibilitó el desarrollo de un análisis cualitativo y cuantitativo cuyo objeto es "identificar y conocer la magnitud de las causas por que las ventas del periódico el mañana han disminuido" y establecer relaciones entre las variables o categorías estudiadas.

Se utilizaron preguntas que proporcionan información más abundante y mayores elementos de juicio; y preguntas cerradas -de dos opciones o categorizadas-, las que presentaron alternativas de respuesta y permitieron realizar un análisis descriptivo-cuantitativo, facilitando su posterior codificación.

### **Manejo de Datos**

Para realizar una encuesta de satisfacción de los lectores de un determinado periódico se consideró de acuerdo a la población total de matamoros fuente de INEGI con un total de 489193 personas (N), en la que se quiere un nivel de confianza del 95,5% que determina que  $k=2$ , deseamos un error maestro del 5% (e) y consideramos que el grado de satisfacción de los lectores entre 16 a 35 años el 50% ( $p=q=0.5$ ) necesitaríamos una muestra de 400 personas. Para el manejo de datos se utilizó la estadística descriptiva e inferencia, haciendo uso de Microsoft Excel. Manejo de Datos

## Resultados

El 73% del total de encuestados ubicados con mayor porcentaje entre los rangos de 25 a 35 y 36 a 45 años son aquellos que gustan de leer el periódico teniendo como preferencia la publicación impresa de El Bravo, cabe mencionar también que el 33% de los lectores cuentan con nivel de estudios de preparatoria lo cual podría influir en su interés conocer las noticias que se desarrollan en el entorno. De igual manera la mayoría los leyentes representados por el 61% mencionaron que adquieren el diario en las tiendas de conveniencia.

Así mismo se cuestionó a los lectores su opinión sobre el contenido del periódico El Mañana al cual calificaron como “bueno” representado en el 44% de las encuestas, en tanto que el 42% de lectores lo juzgan como “regular”. Una de las preguntas planteadas en el estudio cuestiono a los encuestados ¿cuál de las secciones necesitaba alguna mejora?, siendo el apartado Local señalada para realizar alguna mejora lo cual puede entenderse como una necesidad para estar informados con las noticias más actualizadas y detalladas del entorno en donde viven.

De acuerdo a la matriz FODA realizada las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas encontradas en el periódico son los siguientes:

**Tabla 1 Matriz FODA**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<p><b>F1</b> Excelentes columnistas y colaboradores.  <b>F2</b> Mejores precios que la competencia.  <b>F3</b> Sucursales a nivel regional.  <b>F4</b> Visión de expandirse.</p>	<p><b>D1</b> Falta gerencial.  <b>D2</b> Faltan voceadores.  <b>D3</b> Se imprime en otra ciudad.  <b>D4</b> Poca importancia para el departamento de ventas.</p>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p><b>O1</b> Se empieza a vender en Texas, USA.  <b>O2</b> Matamoros es una de las ciudades más pobladas.  <b>O3</b> El departamento de ventas puede crear convenios con “tienditas de la esquina” en las colonias para generar mayores ventas y tener más publicidad.  <b>O4</b> Los medios digitales pueden ser más promovidos para atraer más lectores.</p>	<p><b>A1</b> La inseguridad que se presenta en la ciudad y en los alrededores.  <b>A2</b> Las nuevas tecnologías ya que otros periódicos ofrecen sus servicios por internet.  <b>A3</b> La competencia, ya que existen diversos periódicos en la zona.  <b>A4</b> La percepción que el público tiene del periódico.</p>

### Conclusiones

Se concluye que el periódico debe establecer nuevas estrategias en mercados nuevos como en Estados Unidos, ampliar su mercado de lectores, mejorar la sección local del periódico dándole mayor credibilidad al periódico y sobretodo, dar mayor importancia al departamento de ventas para crear mejores estrategias de mercado

### Referencias bibliográficas.

- BENASSINI, M. (2009). *Introducción a la Investigación de Mercados: Enfoque para América Latina*. México: Pearson Educación.
- COHEN, W. A. (2001). *El plan de marketing "Procedimientos, formularios, estrategia y técnica"*. México: Editor Deusto.
- FERNÁNDEZ, R. (2010). *Fundamentos de Mercadotecnia*. México: Paraninfo.
- FERRÉ, J. M. (200). *Los Estudios de Mercado: Cómo Hacer un Estudio de Mercado de Forma Práctica*. Madrid: Díaz de Santos.
- INEGI. (2011). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En INEGI, *Panorama sociodemográfico de Tamaulipas / Instituto Nacional de Estadística y Geografía* (pág. 105). México: INEGI.
- KOTLER, P. (2012). *Dirección de marketing* México: Pearson Educación.

### Notas Biográficas

La MAE Ileana Guzmán Prince MAE es Profesor de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros, Matamoros, Tamaulipas. Terminó sus estudios de postgrado en administración de empresas en *Universidad Autónoma del Noreste*, Saltillo, Coahuila.

La Lic. Yolanda Zapata Calvillo es alumna de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros Tamaulipas, México

La MAE Elsa Delgado Cazares es Profesora de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México Terminó sus estudios de postgrado en administración de empresas en *Universidad Autónoma del Noreste*, Saltillo, Coahuila.

La MAE Corina Ocegueda Mercado es Profesora Investigadora de de la Maestría en Administración Industrial del Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas, México. Terminó sus estudios de postgrado en administración de empresas en *Universidad Autónoma del Noreste*, Saltillo, Coahuila.

# Análisis del flujo vehicular en el tramo Apaseo el Grande a Apaseo el Alto de la carretera Celaya – Querétaro, a través del enfoque de líneas de espera

Ing. Gabriel Guzmán Sáenz<sup>1</sup>, Dr. Salvador Hernández González<sup>2</sup>,  
Dr. José Alfredo Jiménez García<sup>3</sup> y M.C. Mauricio Felipe Flores Molina<sup>4</sup>

**Resumen**— Dada la consolidación actual de numerosos clústeres de diversas industrias (agroalimentaria, automotriz, químicos, entre otros) en el corredor industrial, que va de Querétaro a León, se espera que aumente la demanda de tráfico vehicular que transita en el mismo. Debido a lo anterior, se realizó un análisis del flujo vehicular, a través del enfoque de líneas de espera, en una sección de la carretera federal libre 045 de Celaya a Querétaro en el tramo Apaseo el Grande a Apaseo el Alto, en donde se conocieron diversos factores como: velocidad de desplazamiento, tiempo de recorrido, congestión de carreteras, demanda de servicio, entre otros. Los parámetros mencionados anteriormente se obtuvieron mediante el uso de la base de datos viales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para adquirir información del tramo carretero en cuestión, elaboración del modelo de líneas de espera, obtención de resultados y validación del modelo.

**Palabras clave** —Flujo Vehicular, Líneas de Espera, Tiempo de recorrido, Demanda de tráfico.

## Introducción

En ocasiones, las grandes inversiones que se hacen en ciertas zonas del país hacen que algunas ciudades tengan un crecimiento que no tenían contemplado. Es decir, tienden a aumentar la cantidad de personas foráneas trayendo consigo más medios de transporte para poder desplazarse.

El gobierno de Guanajuato busca consolidar ocho clústeres en los próximos cinco años, con el objetivo de lograr que los sectores privado y público inviertan 3,700 millones dólares y que se generen 60,000 empleos anuales. Actualmente, la consolidación económica en Guanajuato está concentrada en el corredor industrial que se integra por León, Silao, Irapuato, Salamanca y Celaya, donde se ubican, principalmente, los clústeres agroalimentario, automotriz, cuero-calzado-proveeduría-textil-moda y de productos químicos, los cuales, al ser los más importantes, se pretende que maduren a corto plazo. El clúster automotriz registra la mayor inversión en el estado. En los últimos siete años captó 9,800 millones de dólares, detonando 242 proyectos, de los cuales 118 son empresas (Negrete, 2013).

Dado lo anterior, se está impulsando la generación de nuevas rutas comerciales y de distribución; y fortaleciendo las existentes. Este corredor industrial, previo a la llegada de estas grandes empresas, cuenta con una capacidad determinada para el traslado de medios de transporte que satisfagan las necesidades de las empresas para poder llegar en tiempo y forma a sus destinos. Se espera que las inversiones en esta zona continúen, por lo que se realizó un análisis del flujo vehicular actual en un tramo definido para poder conocer parámetros como el tiempo de permanencia en el tramo, probabilidad de bloqueo, vehículos que permanecen en el tramo, entre otros.

Para poder realizar dicho análisis se pueden considerar diversas herramientas, en este artículo se hará mención de dos: La primera, es el estudio de la teoría de colas, así como su modelado para la cuantificación del fenómeno de espera, tiempo de espera promedio en la cola, tiempo promedio en el sistema (Taha, 2012). Hillier & Lieberman mencionan que la teoría de colas utiliza los modelos de colas para representar los tipos de sistemas de líneas de espera (sistemas que involucran colas de algún tipo) que surgen en la práctica. Las fórmulas de cada modelo indican cuál debe ser el desempeño del sistema correspondiente y señalan la cantidad promedio de espera que ocurrirá en diversas circunstancias. Los modelos permiten encontrar un balance adecuado entre el costo de servicio y la cantidad de espera (Hillier & Lieberman, 2010). Se conoce como línea de espera a una hilera formada por uno o varios clientes que aguardan para recibir un servicio. Las líneas de espera se forman a causa de un desequilibrio temporal entre la demanda de un servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo (Carro Paz & González Gómez, 2014). Un sistema de colas puede ser descrito como la llegada de clientes por un servicio, esperar por el servicio si no es

<sup>1</sup> Ing. Gabriel Guzmán Sáenz es Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato, [gabriel\\_g.s@hotmail.com](mailto:gabriel_g.s@hotmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Salvador Hernández González es Profesor investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato, [salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. José Alfredo Jiménez García es Profesor investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato [alfredo.jimenez@itcelaya.edu.mx](mailto:alfredo.jimenez@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> El M.C. Mauricio Felipe Flores Molina es Profesor investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato [mauricio.flores@itcelaya.edu.mx](mailto:mauricio.flores@itcelaya.edu.mx)

inmediato, y después de haber esperado por el servicio abandonar el sistema después de haber sido atendido (Gross, Shortle, Thompson, & Harris, 2008).

El análisis realizado en este artículo fue mediante el modelo de líneas de espera M/M/1/K, en donde los usuarios arriban al sistema mediante un proceso Poisson (con tasa  $\lambda$ ) y reciben un servicio que es distribuido de manera exponencial con un tiempo de servicio promedio de  $1/\mu$  de un solo servidor. A diferencia del modelo M/M/1, es que sólo K clientes son admitidos en el sistema. Por lo tanto, el modelo M/M/1/K es conocido como una cola con bloqueo (Stewart, 2009).

En la tabla 1 se muestran las fórmulas empleadas para poder realizar los análisis del modelo de líneas de espera M/M/1/K:

Parámetro	Fórmula
Tiempo de servicio	$T_s = \frac{1}{(\text{densidad de tráfico})(\text{velocidad}_f)}$
Intensidad de tráfico ( $\rho$ )	$\rho = \lambda * T_s$
Trabajo en proceso	$WIP = \frac{\rho}{1 - \rho} - \left[ \frac{\rho^{(K+1)}(K+1)}{1 - \rho^{(K+1)}} \right]$
Probabilidad de bloqueo del sistema	$P_K = \frac{\rho^K(1 - \rho)}{1 - \rho^{(K+1)}}$
Lambda efectiva	$\lambda_e = \lambda(1 - P_K)$
Tiempo de Ciclo del Sistema	$TC = \frac{WIP}{\lambda_e}$

**Tabla 1 Fórmulas utilizadas para cálculos del modelo M/M/1/K**

Por otro lado, la segunda herramienta es la simulación, que es útil para el análisis de flujo vehicular. Esta técnica consiste en realizar experimentos de muestreo sobre el modelo de un sistema (Cao Abad 2002; debido a que los sistemas del mundo real son muy complejos para permitir modelos realísticos para ser evaluados analíticamente, y estos modelos deben ser estudiados por medios de simulación. Al momento de simular, es recomendable utilizar una computadora para valorar un modelo numéricamente, y los datos son juntados para estimar características reales del modelo (Law & Kelton, 2000).

En la simulación, ProModel es un software altamente flexible, ya que puede vincularse con programas como Excel y esto lo hace más práctico, entendible y amigable con el usuario (Guerrero Hernández & Henriques Librantz, 2014).

El uso de estas herramientas es muy útil para la toma de decisiones dirigidas a hacer más eficiente el uso de una carretera sin que esta se congestione y/o deteriore a grado en que se va aumentando el flujo vehicular. Para este trabajo serán aplicadas al análisis de carreteras tomando en cuenta factores como la demanda, velocidad, longitud del tramo carretero en cuestión, entre otros, para la obtención de diversos parámetros del flujo vehicular en el corredor industrial.

El tránsito vehicular es el fenómeno dado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. A través del análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito (Mozo Sánchez, 2011). El flujo se mide a menudo en el transcurso de una hora, en el que el valor resultante es normalmente denominado volumen. Así, cuando se utiliza el término "volumen", generalmente se entiende que es el valor correspondiente en unidades de vehículos por hora (veh/h). La definición de flujo se generaliza para la medición de vehículos en cualquier período de tiempo. En la práctica, la tasa de flujo de análisis generalmente se basa en el flujo máximo de 15 minutos en la hora de interés (Mannering & Washburn, 2013).

A continuación, en la tabla 2, se muestran las fórmulas adaptadas para obtener las características del flujo de vehículos en un tramo del corredor industrial, adaptadas del artículo "A Queueing Based Traffic Flow Model" de Vandaele, Van Woensel, & Verbruggen:



PARÁMETRO	FÓRMULA
Tiempo de servicio	$T_s = \frac{1}{(\text{densidad de tráfico})(\text{velocidad}_f)} = \frac{\text{Hr.}}{\text{Veh.}}$
Intensidad de tráfico ( $\rho$ )	$\rho = \lambda * TS$
Vehículos en el sistema	$WIP = \frac{\rho}{1 - \rho} - \left[ \frac{\rho^{(K+1)}(K+1)}{1 - \rho^{(K+1)}} \right] = \text{veh.}$
Probabilidad de congestión del sistema	$P_{K=} = \frac{\rho^K(1 - \rho)}{1 - \rho^{(K+1)}}$
Salidas reales del sistema.	$\lambda_e = \lambda(1 - p_K) = \text{veh.}$
Tiempo de Ciclo (1 vehículo)	$TC = \frac{WIP}{\lambda_e} = \text{seg.}$
Tiempo de permanencia en el sistema (total)	$TC = K * TC = \text{seg.}$

**Tabla 2 Fórmulas de líneas de espera (M/M/1/K) adaptadas a tráfico vehicular.**

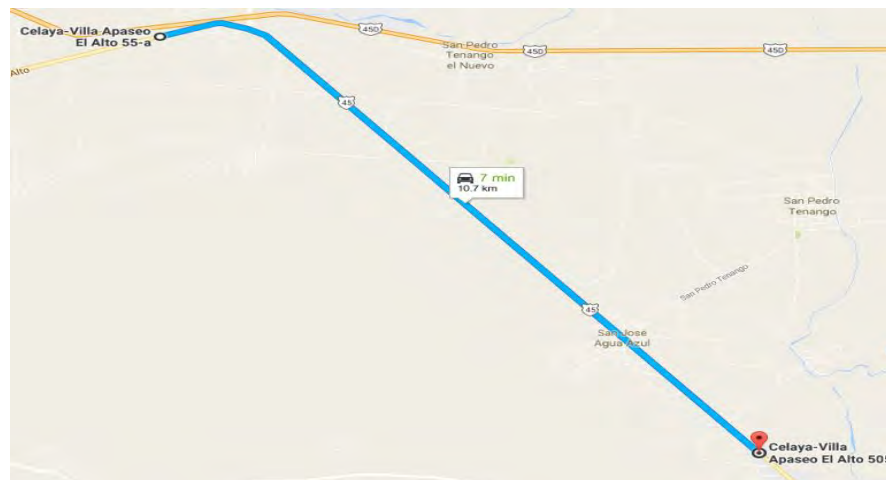
### Descripción del Método

A continuación se muestran los pasos desarrollados para la elaboración de este análisis:

Paso 1.- Se consultaron diversos trabajos y literatura relacionados con el tema de teoría de colas, tráfico vehicular, modelos de tráfico vehicular basándose en líneas de espera, entre otros, para determinar los elementos necesarios para realizar un modelo propio con los datos obtenidos en el corredor industrial. El modelo seleccionado para este caso es el M/M/1/K.

Paso 2.- Para poder conocer la información sobre las características actuales, demanda y parque vehicular que las transita por el corredor industrial, se recolectó información a través de las bases de datos viales del portal de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). Esta información es la correspondiente al año 2015, ya que la información del año 2016 será publicada completamente en el año 2017, y es registrada por estaciones permanentes de conteo de vehículos a lo largo del país.

Paso 3.- Se seleccionaron diversas estaciones correspondientes al tramo carretero de Celaya a Querétaro. Las estaciones seleccionadas corresponden a la carretera MEX-045 (Libre) del segmento de Apaseo el Alto a Apaseo el Grande. En la Figura 1 se muestra el segmento en mención:



**Figura 1 Segmento a analizar del tramo carretero Celaya a Querétaro.**

Paso 4.- Se realizó el bosquejo del modelo a utilizar de acuerdo a la información consultada previamente, estableciendo supuestos para la construcción del modelo de líneas de espera. Los supuestos fueron los siguientes: Se consideró que el modelo fuera Markoviano; de acuerdo a que en la información de la SCT sólo marca el “Total

Diario Promedio Anual”, se dividió por 24 horas para poder tener una cantidad en horas y poder realizar cálculos; Se consideró que al sólo contar con la media, la desviación estándar y la varianza será igual a “1” (por lo anterior, la variabilidad que arrojaron los datos corresponde a “media a alta”); Se tomó un segmento carretero de 10.7 Km; se supuso que tanto el tiempo de servicio como el tiempo entre llegadas seguían una distribución exponencial. Esta distribución fue considerada para cálculos en pasos posteriores.

Paso 5.- De acuerdo a los datos obtenidos de la base de datos de la SCT y al emplear las fórmulas correspondientes adaptados al flujo vehicular, se obtuvieron resultados preliminares como: densidad de tráfico, flujo de tráfico, tasa de legadas, tasa de servicio, intensidad de tráfico, probabilidad de bloqueo, tiempo de ciclo, entre otros.

Paso 6.- Validación del modelo a través del uso de la simulación. Los datos arrojados por el modelo analítico se compararán con la simulación. Se ajustaron datos en el software para que se pudieran realizar de manera correcta los cálculos, la velocidad se representó como metros por minuto (mpmin) y la frecuencia entre llegadas fue ingresada al software con la distribución exponencial.

Con lo anterior, se obtuvieron datos tales como: densidad de tráfico, flujo de tráfico, tasa de llegadas, intensidad de tráfico, tiempo de ciclo del sistema, que fueron muy similares a los arrojados por el modelo matemático.

### Resultados

A continuación, en la tabla 3 se muestran los resultados del modelo matemático M/M/1/K:

Parámetro	Tramo Carretero - Apaseo El Alto a Apaseo El Grande.
Intensidad de tráfico ( $\rho$ )	<b>0.0058</b>
Trabajo en proceso (WIP)	<b>0.005853 veh x min</b>
Probabilidad de congestión del sistema	<b>0.0</b>
Salidas reales del sistema	<b>712 veh</b>
Tiempo de Ciclo del sistema (1 veh).	<b>0.02959 seg</b>
Tiempo de Ciclo del sistema (total).	<b>6.77 min</b>

**Tabla 3 Obtención de resultados utilizando el modelo M/M/1/K.**

Al realizar la validación de resultados del modelo matemático en ProModel, se ingresaron los siguientes datos:

*Tiempo entre llegadas:*

$$\text{Tiempo entre llegadas} = \frac{3600 \text{ seg}}{712 \text{ veh}} = 5.056 \frac{\text{seg}}{\text{veh}}$$

**Ecuación1 Tiempo entre llegadas**

Donde:

3600 seg = 1 hr, para efectos de la simulación el tiempo fue representado en segundos por ello fue necesario utilizar esa conversión.

712 veh, es la demanda de vehículos por hora, obtenida del TDPA de la base de datos de la SCT, dividida entre 24 horas.

*Velocidad:*

$$\text{Velocidad} = \left(95.3 \frac{\text{km}}{\text{hr}}\right) \left(\frac{10700 \text{ m}}{1 \text{ km}}\right) \left(\frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}\right) = 16995.16 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

**Ecuación 2 Velocidad (ProModel)**

Donde:

95.3 km/hr = velocidad promedio obtenida de la base de datos. Las conversiones realizadas fueron necesarias debido a que la velocidad en el software debe ser representada en metros por minuto.

Capacidad del sistema:

$$Capacidad = 1284 \frac{veh}{km}$$

**Ecuación 3 Capacidad del sistema**

Donde:

1284 veh/km, es la densidad de tráfico, este dato fue en base del artículo “Modeling traffic flows with queueing models: A review” de Van Woensel & Vandaele, y adaptado a este tramo carretero.

Longitud del tramo carretero:

$$Longitud = 10.7km$$

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos por ProModel:

Parámetro	Tramo Carretero - Apaseo El Alto a Apaseo El Grande.
Intensidad de tráfico ( $\rho$ )	<b>0.0059</b>
Vehículos en el sistema (WIP)	<b>0.005841 veh x min</b>
Probabilidad de congestión del sistema	<b>0.0</b>
Salidas reales del sistema	<b>715 veh</b>
Tiempo de Ciclo del sistema (1 veh).	<b>0.02942 seg</b>
Tiempo de Ciclo del sistema (total).	<b>6.73 min</b>

**Tabla 4 Obtención de resultados utilizando ProModel**

Una vez teniendo los resultados de ambos modelos, se muestra en la tabla 5 la comparación de estos resultados:

PARÁMETRO	MODELO ANALÍTICO M/M/1/K	MODELO DE SIMULACIÓN CON PROMODEL
<b>Intensidad de Tráfico (<math>\rho</math>)</b>	0.0058	0.0059
<b>Vehículos en el sistema (WIP)</b>	0.005853	0.005841
<b>Probabilidad de Bloqueo (<math>p_k</math>)</b>	0	0
<b>Lambda Efectiva (<math>\lambda_e</math>)</b>	712 veh	715 veh
<b>Tiempo de Ciclo del sistema (Tc)</b>	6.77 min	6.73 min

**Tabla 5 Comparación de resultados entre modelos (matemático y simulación) del tramo analizado.**

NOTA: Para efectos de comparación, se tomaron valores promedios de las 6 réplicas del modelo de simulación, además para cotejar la intensidad de tráfico ( $\rho$ ) de ambos modelos, el valor obtenido en el modelo simulado se dividió entre 100 ya que está dado en porcentaje. Por otro lado para comparar el WIP, el resultado dado en la simulación, se dividió entre la capacidad del sistema (1284 veh).

### Conclusiones

A continuación, en la tabla 6 se muestran las variaciones y similitudes entre los resultados del modelo matemático y simulado:

Parámetro	Tramo Carretero - Apaseo El Alto a Apaseo El Grande.
Intensidad de Tráfico ( $\rho$ )	98.31%
Vehículos en el sistema (WIP)	100.21%
Probabilidad de Bloqueo (PK)	100.00%
Lambda Efectiva ( $\lambda_e$ )	99.58%
Tiempo de Ciclo del sistema (Tc)	100.59%

**Tabla 6 Comparación entre variación y similitud de modelos.**

Al utilizar el enfoque de líneas de espera para el análisis y validar utilizando el software de simulación ProModel, se llegó a los resultados de tiempo de recorrido, permanencia en el sistema, probabilidad de bloqueo, intensidad de tráfico. Por otra parte, se percibe que los resultados entre ambos modelos son muy parecidos, por lo que se puede decir que tanto al utilizar el enfoque de líneas de espera como la simulación, se pueden llegar a representar diversos sistemas, tal como una carretera (segmento) y conocer sus parámetros.

Se continuará trabajando con este proyecto para analizar una red más amplia considerando la variabilidad en el flujo vehicular y otro modelo matemático. Además, este proyecto puede ser funcional para diseñar una plataforma de análisis vehicular para la zona bajío.

### Agradecimientos

Agradezco al CONACYT por el apoyo otorgado mediante la beca de manutención número 416595, para la realización de nuestros estudios de maestría.

De igual manera, agradezco al Gobierno del Estado de Guanajuato por el apoyo otorgado mediante la beca EDUCAFIN para poder realizar algunos de los análisis de este proyecto.

### Referencias

- Cao Abad, Ricardo. *Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas 1º ed.* España: NETBIBLO, S.L., 2002.
- Carro Paz, Roberto, y Daniel González Gómez. *Administración de Operaciones. Construcción de Operaciones de Clase Mundial.* Mar del Plata, Argentina: Nueva Librería, 2014.
- Gross, Donald, John F. Shortle, James M. Thompson, y Carl M. Harris. *Fundamentals Of Queueing Theory, 4th ed.* Hoboken, New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc, 2008.
- Guerrero Hernández, María Alejandra, y André Felipe Henriques Librantz. «Simulación de eventos discretos de la cadena logística de exportación de commodities.» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería.*, 2014.
- Hillier, Frederick S., y Gerald J. Lieberman. *Introducción a la Investigación de Operaciones, 9na Ed.* México: The McGraw-Hill Educación, 2010.
- Law, Averill M., y W. David Kelton. *Simulation Modeling and Analysis, 3rd Ed.* Boston, USA: McGraw-Hill, 2000.
- Mannering, Fred L., y Scott S. Washburn. *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis, 5th ed.* Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013.
- Mozo Sánchez, José. *Análisis de Nivel de Servicio y Capacidad de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad.* México, D.F.: UNAM, 2011.
- Negrete, Sofia. «Guanajuato apuesta por consolidar ocho clústeres.» *El Economista*, 05 de Noviembre de 2013.
- Stewart, William J. *Probability, Markov chains, queues and simulation: The mathematical basis of performance modeling.* Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2009.
- Taha, Hamdy A. *Investigación de Operaciones.* México: Pearson, 2012.
- Van Woensel, Tom, y Nico Vandaele. «Modeling traffic flows with queueing models: A review.» *Asia Pacific Journal Of Operational Research*, 2007.
- Vandaele, Nico, Tom Van Woensel, y Aviel Verbruggen. «A Queueing Based Traffic Flow Model.» *Transportation Research-D: Transport and Environment*, 2000.

# Efecto de las aguas residuales con tratamiento secundario en las características fisicoquímicas de un suelo gypsisol

Rosa Angélica Haro Huerta; González Trinidad J; Júnez-Ferreira H.E; Chávez-Carlos D.<sup>1</sup>

## RESUMEN

El agua es uno de los recursos naturales que forma parte del desarrollo de cualquier país; sin embargo, su disponibilidad ha mermando debido a la contaminación que representa un desequilibrio ambiental, económico y social. Las aguas residuales se están convirtiendo en una alternativa para complementar el abasto del vital líquido a la población. En esta investigación se evaluó el efecto del agua residual urbana con tratamiento secundario en un suelo agrícola, el agua que se le aplica al suelo proviene de la planta de tratamiento Osiris, ubicada en el municipio de Guadalupe, Zacatecas, México. Se determinaron las características físico-químicas del efluente y algunas propiedades físicas y químicas de un suelo gypsisol, tales como textura, conductividad eléctrica, pH y materia orgánica. Se concluye que el afluente de agua residual con tratamiento secundario se clasifica como agua para riego C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> de acuerdo a la clasificación de Wilcox, y no se observó diferencia significativa en las características del suelo.

**Palabras claves:** Tratamiento, agua residual, suelo gypsisol

## Introducción

El agua es uno de los recursos naturales que forma parte del desarrollo de cualquier país; es el compuesto químico más abundante del planeta además de ser indispensable para el desarrollo de la vida. Sin embargo, su disponibilidad ha ido mermando paulatinamente debido a la contaminación generada por diversos medios, llegando esta hasta los mantos acuíferos, lo que representa un desequilibrio ambiental, económico y social (Esponda, 2001). A nivel urbano, el desperdicio del vital líquido tanto por los consumidores directamente como en las tuberías dañadas y muebles sanitarios ineficientes o en mal estado, representa solamente una parte del problema; la contaminación de las aguas usadas tanto en los domicilios como en procesos industriales es otra, y la falta de opciones para su disposición cierra el círculo. Las aguas residuales, presentan diferentes composiciones variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Rodríguez y Duran, 2006).

En general, en los países en desarrollo es muy poco el caudal que se trata antes de regresarlo a los ríos, y mucho menor el que recibe tratamiento adecuado para su reúso en la industria y en el sector agrícola. En México, las autoridades municipales usualmente no cuentan con el presupuesto necesario para ello. Sin embargo, la importancia de regresar el agua que tomamos de la naturaleza en una condición “aceptable” para que siga su camino dentro del gran ciclo hidrológico de nuestro país y de nuestro planeta, tiene que ver con un aspecto práctico e inmediato de abasto. En el caso particular del estado de Zacatecas, dada su ubicación geográfica y características climatológicas, resulta de vital importancia incentivar acciones que permitan aprovechar el recurso hídrico del que se dispone, en particular el agua residual la cual enfrenta muchos problemas para su reutilización después de haber sufrido un tratamiento para su aplicación al riego, esto obedece en ocasiones a aspectos culturales o falta de estudios que demuestren la importancia que tiene este vital líquido sobre todo en las regiones áridas como es el caso de Zacatecas (González, 2015).

Las aguas residuales tratadas no sólo ofrece una alternativa de agua para irrigación, sino también la oportunidad de reciclar nutrientes de las plantas (Chen *et al.*, 2008). Su aplicación podría asegurar la transferencia de elementos fertilizantes, tales como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica, meso-nutrientes y micro-nutrientes, en suelos agrícolas (WCED, 1987). Por lo tanto, los nutrientes de las aguas residuales puede contribuir al crecimiento de los cultivos, con seguimiento periódico adecuado, para evitar cualquier desequilibrio en los suministros de nutrientes, lo que podría causar un excesivo crecimiento vegetativo, desigual planta y / o madurez del fruto, y / o reducido cualitativa / cuantitativa aspectos de los rendimientos (Pedrero *et al.*, 2010).

Es necesario y pertinente realizar monitoreos periódicos de características del agua residual como materia orgánica disuelta, sólidos en suspensión, y demanda bioquímica de oxígeno y química (DBO y DQO). La variación de estos componentes en los efluentes puede afectar la física y química del suelo y las propiedades hidráulicas. El objetivo

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Zacatecas, Maestría en Ingeniería Aplicada con Orientación en Recursos Hidráulicos.  
[ingharolab@hotmail.com](mailto:ingharolab@hotmail.com); [jgonza@uaz.edu.mx](mailto:jgonza@uaz.edu.mx)

general fue evaluar el efecto del agua residual urbana con tratamiento secundario sobre algunas características físico-químicas de un suelo gypsisol, el cual se desglosa en los siguientes objetivos específicos caracterización física y química del efluente de agua residual con tratamiento secundario y el agua subterránea de un pozo de la planta de tratamiento Osiris, ubicada en el municipio de Guadalupe, Zacatecas y evaluar el efecto de la aplicación del agua residual en la textura, conductividad eléctrica, pH y materia orgánica del suelo.

### **Antecedentes**

#### **Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reúso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas: pretratamiento, primaria, secundaria y terciaria. Algunos autores llaman a las etapas preliminar y primaria unidas como etapa primaria. Normalmente las plantas están diseñadas para tratar un volumen de agua constante, lo cual debe adaptarse a que el agua servida producida por una comunidad no es constante. Hay horas, generalmente durante el día, en las que el volumen de agua producida es mayor, por lo que deben instalarse sistemas de regulación de forma que el caudal que ingrese al sistema de tratamiento sea uniforme. Asimismo, para que el proceso pueda efectuarse normalmente, es necesario filtrar el agua para retirar de ella sólidos y grasas. Las estructuras encargadas de esta función son las rejillas, tamices, trituradores (a veces), desgrasadores y desarenadores. En esta etapa también se puede realizar la preaireación, cuyas funciones son: a) Eliminar los compuestos volátiles presentes en el agua servida, que se caracterizan por ser malolientes, y b) Aumentar el contenido de oxígeno del agua, lo que ayuda a la disminución de la producción de malos olores en las etapas siguientes del proceso de tratamiento.

El tratamiento primario tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por coagulantes y floculantes. Así, para completar este proceso se pueden agregar compuestos químicos (sales de hierro, aluminio y polielectrolitos floculantes) con el objeto de precipitar el fósforo, los sólidos en suspensión muy finos o aquellos en estado de coloide. Las estructuras encargadas de esta función son los estanques de sedimentación primarios o clarificadores primarios. Habitualmente están diseñados para suprimir aquellas partículas que tienen tasas de sedimentación de 0,3 a 0,7 mm/s. Asimismo, el período de retención es normalmente corto, 1 a 2 h. Con estos parámetros, la profundidad del estanque fluctúa entre 2 a 5 m. El tratamiento secundario tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido de sedimentación. Este proceso biológico es un proceso natural controlado en el cual participan los microorganismos presentes en el agua residual, y que se desarrollan en un reactor o cuba de aireación, más los que se desarrollan, en menor medida en el decantador secundario. Estos microorganismos, principalmente bacterias, se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal produciendo en su degradación en anhídrido carbónico y agua, originándose una biomasa bacteriana que precipita en el decantador secundario. Así, el agua queda limpia a cambio de producirse unos fangos para los que hay que buscar un medio de eliminarlos.

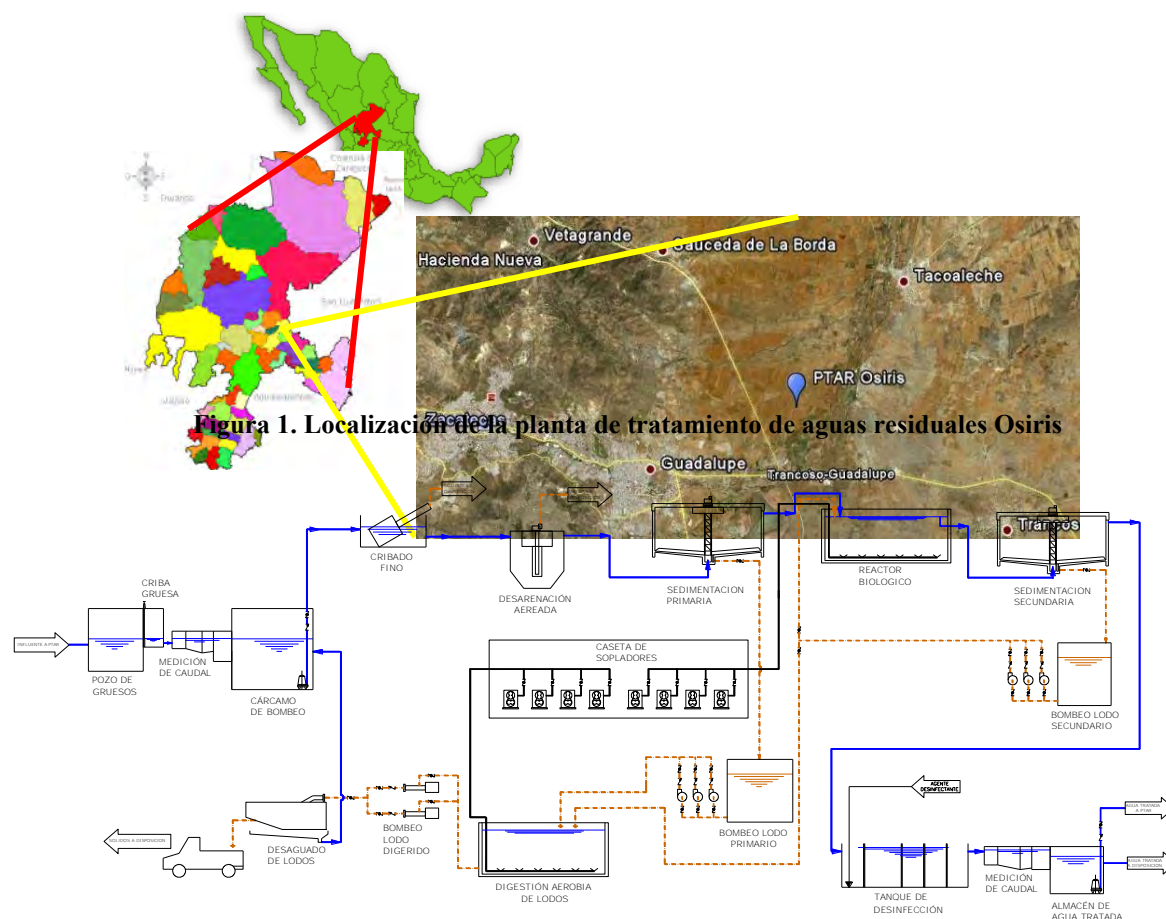
### **Materiales y métodos**

#### **Localización de la zona de estudio**

La planta de tratamiento de aguas residuales Osiris (PTAR Osiris) se localiza en la zona conurbada de Zacatecas está diseñada con una capacidad media de 600 l/s. Dentro de las aguas tratadas, se incluyen las que son generadas por las ciudades de Zacatecas y Guadalupe hasta en un 80%, está construida sobre un predio de 23.35 ha, en la colonia conocida como Osiris, al este de la ciudad de Guadalupe, donde los colectores Arroyo La Plata y Osiris tienen las descargas de estas aguas. La Colonia Osiris se localiza en el Municipio de Guadalupe del Estado de Zacatecas, México y se encuentra en las coordenadas longitud 102°45'44.44", latitud 22°76'50.00" y altitud de 2180 metros sobre el nivel medio del mar. Una precipitación media anual de 450 mm, temperatura media anual 16 °C y evapotranspiración potencial media: de 1990 mm (Figura 1).

El tren de tratamiento del agua residual se muestra en la Figura (2), los diferentes procesos indican que se le da un pretratamiento donde se elimina los materiales gruesos, a través de rejillas, posteriormente pasa a al reactor de tratamiento primario donde se elimina aproximadamente el 80% del DBO<sub>5</sub> después de este proceso para al reactor

secundario donde se complementa la eliminación de la materia orgánica y sólidos sedimentables para posteriormente descargar en el canal que conduce a las parcelas de riego para su aplicación al suelo.



**Figura 1. Localización de la planta de tratamiento de aguas residuales Osiris**

**Figura 2. Tren general del proceso de tratamiento de la P.T.A.R. Osiris, Guadalupe, Zac.**

### Muestreo del agua de riego residual

Para determinar la calidad de agua residual, se efectuaron cuatro muestreos 1 cada 7 días, tomadas en el efluente de la PTAR Osiris. Todas las mediciones se realizaron con material y equipo del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Unidad Académica de Ingeniería dependiente de la Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”. La toma de muestras se llevó a cabo bajo los lineamientos descritos en APHA-SMWW 2006 y la normativa mexicana vigente en 2013, los frascos utilizados eran lavados un día anterior y dejados en solución limpiadora mínimo 12 horas, posteriormente se enjuagaron a chorro de agua corriente y se aplicó un segundo enjuague con agua destilada. Para cada uno de los parámetros a analizar; las medidas tomadas fueron las siguientes. La determinación de parámetros de las muestra recolectadas consisten en dos etapas descritas a continuación. En campo se midieron la conductividad eléctrica, pH, temperatura y oxígeno disuelto. Las muestras recolectadas en campo deben ser trasladadas al Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental donde serán almacenadas a 4 °C, para la determinación de parámetros en fechas posteriores a la recolección.

### Determinación de parámetros de laboratorio

Los cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y elementos traza se realizó por espectrometría de absorción atómica, que se basa en la cantidad de energía absorbida por un elemento atomizado en una llama a una longitud de onda característica que es proporcional a la concentración del elemento en la muestra, en un intervalo de concentraciones limitado, determinados en un Equipo Thermo Scientific ICE AA 3300 bajo la norma NMX-AA-012-SCFI-2001. Para el

ción  $Ca^{2+}$  se determinó por volumetría. Los cloruros  $Cl^-$ , con valoración utilizando  $AgNO_3$  e indicador de  $K_2CrO_4$ . La plata reacciona con los cloruros para formar un 3300 Espectrómetro es un dispositivo de absorción atómica, y la demanda biológica de oxígeno ( $DBO_5$ ), sólidos en suspensión y sólidos sedimentables, Aceites y grasas de acuerdo a APHA (1991).

### Caracterización del suelo

La toma de muestras de suelo y sus análisis se llevaron a cabo de acuerdo con las metodologías descritas en la (NOM-021- SEMARNAT, 2000). Se tomaron 15 muestras 3 en cada parcela, a una profundidad de 0 a 30 cm, para obtener las muestras compuestas y evaluar: pH, materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE) y textura, antes y después de la aplicación del agua residual.

### Resultados

Este trabajo se planteó la hipótesis el agua residual con tratamiento secundario de la planta de tratamiento de aguas residuales Osiris, utilizada con fines de riego no tiene un efecto adverso en las características físico-química de un suelo gypsisol los resultados obtenidos se presentan y discuten a continuación. Los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua residual muestreada se presentan en los Cuadros 1 y 2.

**Cuadro 1. Características químicas del agua residual de la planta Osiris.**

Clave y/o identificación	Alcalinidad (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Dureza Cálcica (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Cloruro (mg/l)	Bicarbonatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Flour (mg/L)	Silice (mg/L)	Color (Pt Co)
POZO OSIRIS (M1)	183	222	136	59	118.94	223.26	2.7	0.85	19	25
AR OSIRIS (M2)	183	250	208	175	143.72	223.26	9.4	1.21	22	42
AR OSIRIS (M3)	191	288	210	255	143.72	233.02	15.7	1.1	22	52
AR OSIRIS (M4)	185	264	214	165	228.6	225.7	17	1.18	20	33
AR OSIRIS (M5-CRUDA)	143	278	214	188	252.76	174.46	26	0.85	46	112

Se observa que el potencial de hidrógeno se encuentra dentro del rango de 7 a 8 clasificado como neutro a alcalino, la conductividad eléctrica del agua residual está dentro del rango de 1321 y 1714 ( $\mu s/cm$ ), y se compara con respecto a la conductividad del agua del pozo se observa un incremento, por otro lado, el tratamiento del agua residual no elimina el problema de salinidad. Las características biológicas se muestran en el cuadro 2 de estas se puede apreciar que la planta de tratamiento está operando con una eficiencia superior al 90 por ciento en la remoción de la demanda biológica de oxígeno.

**Cuadro 2. Características biológicas del agua residual**

Tipo de agua	$DBO_5$ (mg/l)	$DQO$ (mg/l)	Alcalinidad	Oxígeno disuelto
T. Secundario	55.37	6.78	172	5.89
A Cruda	587.89	425.65	253	6.89
Pozo	1.77	1.27	119	1.76
T Secundario	55.45	6.98	173	5.79

### Clasificación del agua con fines de riego



Con los datos de conductividad eléctrica, los cationes sodio, calcio y magnesio se realizó la clasificación del agua de riego para identificar problemas de salinidad y sodicidad y posible efecto en el suelo, por otro lado, se considera la demanda biológica de oxígeno como posible fuente de materia orgánica así el suelo. El valor de conductividad eléctrica del agua de pozo fue de 707  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que indica que es un agua  $C_1$  de acuerdo a la calificación de Wilcox (FAO, 2012), considerando la media de las muestras del tratamiento secundario la cual fue de 1453  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , se ubica como  $C_2$  lo que indica un agua con salinidad media. Los datos de cationes sodio, calcio y magnesio promedios de las muestras de agua se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Aniones promedio del agua residual y pozo aplicado al suelo.**

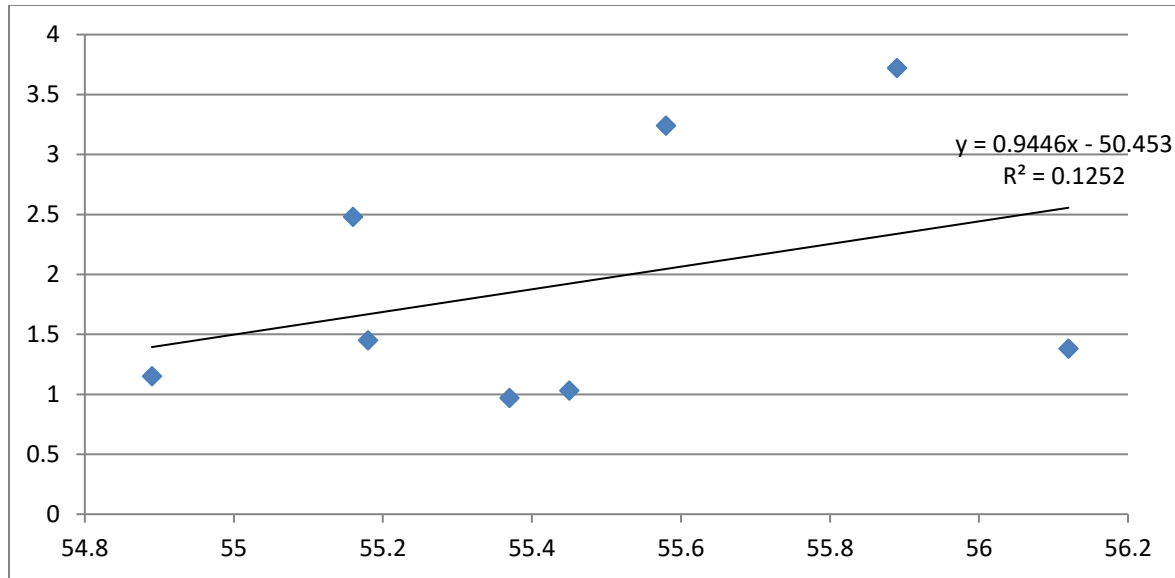
Muestra	Ca (meq/l)	Na (meq/l)	Mg (meq/l)
Agua pozo	1.767917561	1.552792518	2.797659576
Agua tratada	6.838672219	6.838672233	2.683968276
Agua cruda	5.870442637	6.641613745	1.8545811362

Con estos datos se calcula la relación de absorción de sodio (RAS), los valores obtenidos son para agua de pozo 1.027, lo cual la ubica como un agua  $S_1$  sin problemas de sodicidad, con respecto al agua residual se tiene de 3.13 a 3.78 se encuentra dentro del límite de  $S_1$  y  $S_2$  con probabilidad del sodicidad si no se aplican las láminas de riego correspondientes considerando la velocidad de infiltración del suelo.

#### Características físico-químicas del suelo

Monitorear la evolución o posibles cambios del pH del suelo debido a la aplicación de agua residual es importante ya que esta característica permite definir muchas reacciones química y biológicas que se dan en el suelo, siendo la más importante la asimilación de nutrientes por la planta, se han reportado (FAO 2000), que la mayoría de los cultivos se desarrollan mejor en pH neutro (7), Si se realiza una comparación de las medias de los valores del pH del suelo regado con agua de pozo y agua residual se observa que son muy similares 7.79 para el primero y 7.88 para el segundo respectivamente.

Un indicador de la fertilidad natural del suelo es la materia orgánica, la cual aporta cantidades de nutrientes como el nitrógeno y carbono a la planta, el suelo que se estudio es característico de las zonas áridas y se reporta que contiene baja materia orgánica inferior a 1 por ciento en esta investigación se corrobora esto debido a que el promedio de las muestra analizada fue de 0.93 por ciento, dato similar al reportado. El aporte de materia orgánica al suelo regado con agua residual es debido al contenido de demanda biológica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), el cual representa la materia orgánica del agua, la mayor cantidad de este parámetro lo presenta el agua cruda, es decir, que no ha tenido ningún tratamiento, en este estudio se aplicó agua residual con tratamiento secundario se estima que este proceso elimina el 85 o 90 por ciento esta, los datos reportan un  $\text{DBO}_5$  de 55 mg/l, para identificar y existe un aporte significativo de materia orgánica al suelo se realizó una regresión entre esta características y el valor encontrado en el suelo (Figura 2).



**Figura 2. Comportamiento de la materia orgánica y DBO<sub>5</sub>**

En la Figura 2 se observa que no hay un incremento significativo de materia orgánica al suelo debido a la aplicación del agua residual, estos datos coinciden con los reportados por Zednek et al., 2000; Degens et al., 2000 y González 2002, estos investigadores reportan que el mayor aporte lo realiza el agua residual cruda y que con efluentes secundarios no se presenta instrumentos significativos, debido a que el DBO<sub>5</sub> es muy pequeño. Monitorear la salinidad del suelo es importante debido a que el aporte de sales minimiza el rendimiento de los cultivos, debido a que disminuye la infiltración y absorción de agua por las raíces de las plantas, en el Cuadro 4 se presentan los datos obtenidos de conductividad eléctrica como indicador de la salinidad del suelo.

**Cuadro 4. Conductividad eléctrica del suelo regado con agua residual.**

Muestra	Agua regada con agua residual dS/m	Agua subterránea dS/m
1	1.84	0.95
2	1.63	0.51
3	1.59	0.69
4	1.79	0.59
5	1.92	0.65

Los datos indican un incremento en la salinidad considerando la media del agua subterránea la cual fue de 0.678 dS/m con respecto al suelo regado con agua residual calculada de 1.754 dS/m el incremento fue de 1 dS/m esta se puede atribuir al agua residual, un problema que tienen las plantas de tratamiento es que a nivel secundario no se elimina el contenido de sales. Hallazgos similares reportan Pérez, 2002 y González, 2003. En general un suelo que presente valores inferiores a 2 dS/m se clasifica como normal, sin embargo algunos cultivos como las hortalizas disminuyen significativamente su rendimientos debido a que no puede asimilar los nutrientes, por otro lado los suelos ubicados en las zonas áridas como el Gipsisol áridos se debe evitar la acumulación de sales ya que no se produce una lixiviación, importante de estas porque las lluvias de verano son raquílicas.

### Conclusiones

El afluente de agua residual con tratamiento secundario se clasifica como agua para riego C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> de acuerdo a la clasificación de Wilcox, indicando que tiene problemas de salinidad para el suelo y los cultivos sensibles a esta como son algunas hortalizas que no se pueden establecer.

Se sugiere que para evitar la acumulación de sales en el suelo se deben aplicar láminas de riego de acuerdo a los requerimientos del cultivo y considerar las características hidrodinámicas del suelo para calcular las láminas de riego.

Las propiedades físicas y químicas del suelo no se vieron afectadas con la incorporación del agua residual proveniente del tratamiento secundario con excepción de la salinidad la cual se incrementó en aproximadamente 1 dS/m, por lo que es recomendable aplicar láminas de riego pequeñas o bien un manejo adecuado del suelo respecto a las labores culturales.

Se debe continuar monitoreando el comportamiento del agua en el suelo, considerando además las características biológicas, para que no se conviertan en un riesgo de salud pública para los regadores, se debe además implementar una capacitación constante a los usuarios del agua residual y realizar una planeación adecuada de la unidad de riego conforme a la elaboración de un reglamento de operación.

### Literatura citada

APHA, (1991). Metodologías para el monitoreo y análisis de agua y agua residual.

Degens, B.P., Schipper, L.A., Sparling, G.P., Vojvodic-Vukovic, M., 2000. Decreases in organic C reserves in soils can reduce the catabolic diversity of soil microbial communities. *Soil Biology & Biochemistry* 32,189±196

FAO, 2000. Programación y Manejo del Riego. Roma.

FAO, 2012. La riqueza de los residuos: La economía del uso de aguas residuales en la agricultura. En: Informe del Agua de la FAO No. 35. Unidad de Gestión, Desarrollo de Alimentos y Agua Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, ISBN 978-92-5-106578-5.

González. Trinidad. J. 2003, Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima. Colima México.

Pérez, Z. O. (2002). Effect of Industrial wastewater application of the physical and chemical properties of soil. *Agrociencia*, 36(3), 279-290.

Pedrero, F., Kalavrouziotis, I., Alarcón, JJ, Koukoulakis, P., Asano, T., 2010. El uso de aguas residuales municipales tratadas en la agricultura de regadío, la revisión de algunas de las prácticas en España y Grecia. *Agric. Gestione Agua*. 97, 1233-1241.

Rodríguez-Monroy J. y Durán de Bazúa C. (2006). Remoción de nitrógeno en un sistema de tratamiento de aguas residuales usando humedales artificiales de flujo vertical a escala de banco. *Tecnol. Ciencia Ed.* 21, 25-33.

Zdenek, F., Shinjiro, K., Berthelin, J. (2000) Distributin of microorganisms, biomass ATP, and enzyme activities of a long term wastewater irrigated soil. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 163. 143-150.

# PROYECTO DE INVERSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HOJA SECA DE STEVIA COMO ENDULZANTE EN EL ESTADO DE CHIAPAS

Dr. Luis Miguel Hernández Barajas<sup>1</sup>; Mtro. Amel Ángel López Calvo<sup>2</sup>. Mtro. Carlos Chang Velázquez<sup>3</sup>, Dr. Héctor Peralta Cortés.<sup>4</sup>

**Resumen**— La presente investigación se llevó a cabo en los campos experimentales de la Secretaría del Campo (SECAM) de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, durante el periodo Enero- Junio 2015. Se basa en la implementación de un sistema de producción agrícola de Stevia rebaudiana con el objetivo de recolectar hoja fresca para su secado. Dentro de las alternativas de edulcorantes naturales se encuentra la Stevia (Stevia rebaudiana), la cual es una planta más dulce que el azúcar y no tiene calorías. Teniendo en cuenta las amplias propiedades de la Stevia y que en otros países como Japón, Estados Unidos, China y Paraguay existen empresas dedicadas a la producción y comercialización de edulcorante a base de Stevia, resulta atractivo explorar este campo bajo la perspectiva y los conocimientos adquiridos durante un año de evaluación en condiciones tropicales de México con el fin de establecer la viabilidad de utilizar esta planta con fines industriales y medicinales en México.

**Palabras clave**—Stevia, Sustituto del azúcar; Proyecto de Inversión

## Introducción

El proyecto se origina debido a las oportunidades que otorga la SECAM (Secretaría del campo), para el apoyo a personas de campo que tengan tierras para cosechar. El proyecto contempló realizar un manual de producción de hoja seca de Stevia para que le sirva al productor como guía de la siembra, cosecha y secado. La Stevia es un sustituto natural de azúcar cuyas hojas en su forma natural son 15 veces más dulce que el azúcar de mesa y el extracto es de 100 a 300 veces más dulce que el azúcar común, además se ha comprobado que genera múltiples beneficios a la salud sobre todo en pacientes diabéticos, ya que regula los niveles de insulina en la sangre.

La FAO y otros organismos internacionales desde junio del 2004 presentaron a la Stevia Rebaudiana Bertoni conocida ordinariamente como Stevia, como un producto seguro para el consumo humano. Estudios Aarhus University Hospital de Dinamarca (Jeppensen, 2000) sostiene que el Steviosido, principio activo de la Stevia induce a las células beta del páncreas a generar una secreción considerable de insulina muy importante en el tratamiento de la diabetes mellitus. (Desorden metabólico de etiología múltiple caracterizado por hiperglucemia crónica con alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas que resultan de defectos en la secreción de insulina, en su acción, o en ambas). Por lo anterior, la elaboración de un proyecto de inversión que potencialice la siembra y cosecha de ésta planta será de gran importancia para el desarrollo del campo en el estado de Chiapas.

## Descripción del Método

La presente investigación se realizó utilizando la investigación – acción, a través del método descriptivo, ya que se estuvo en contacto directo con las plantaciones piloto que la propia SECAM supervisaba. La investigación permitió recopilar información mediante entrevistas personales a los ingenieros agrónomos que laboran en la dependencia, así como se realizaron visitas a invernaderos y laboratorios de siembra, reproducción y producción de Stevia en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, previa asesorías técnicas de especialistas acerca del manejo de la Stevia.

Para la elaboración del Proyecto de inversión se generó el estudio de mercado a través de encuestas de opinión para determinar la demanda del producto y estimar la capacidad de producción, así como la realización del estudio

---

<sup>1</sup> Dr. Luis Miguel Hernández Barajas es Jefe del Depto. de Ingeniería Industrial y Docente de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Tapachula, [luismhdez@hotmial.com](mailto:luismhdez@hotmial.com)

<sup>2</sup> Mtro. Amel Ángel López Calvo es Jefe de Vinculación del Depto. de Ingeniería Industrial y Docente de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. [acalvo69@hotmial.com](mailto:acalvo69@hotmial.com)

<sup>3</sup> Mtro. Carlos Chang Velázquez es Jefe del Laboratorio de Sistemas de Manufactura y docente de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. [cchangv7@hotmial.com](mailto:cchangv7@hotmial.com)

<sup>4</sup> Dr. Héctor Peralta Cortés es Jefe de Proyectos de Investigación del Departamento de Sistemas y Computación y docente de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. [hector.peralta.cortes@gmail.com](mailto:hector.peralta.cortes@gmail.com)

económico – financiero del proyecto.

El proyecto de inversión final de ésta investigación consta de Estudio de mercado, técnico y económico, además de un apartado que incluye el análisis de evaluación de factibilidad económica del mismo, cubriendo los objetivos planteados al inicio.

### ***Descripción de la Investigación de Campo:***

Esta planta es originaria de Paraguay y descubierta en 1887: fue descrita y clasificada en 1889 por el botánico suizo Moisés Santiago Bertoni (1857-1929), momento a partir del cual recibió el nombre científico de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Los indios guaraníes ya la utilizaban desde tiempos precolombinos, endulzando sus comidas y bebidas, la llamaron “ka’a-hé”, que significa “hierba dulce”. Existen más de 300 variedades de *Stevia* en la selva Paraguayo-Brasileira, pero la *Stevia rebaudiana* Bertoni es la única con propiedades endulzantes gracias a su principio activo, denominado “estevisido” descrito en 1921 por la Unión Internacional de Química (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1996).

La hoja de *Stevia* en su estado natural, posee gran cantidad de nutrientes, que en orden de concentración son: • Más del 50%: carbohidratos de fácil asimilación. • Más del 10%: fibras, polipéptidos (proteínas vegetales). • Más del 1%: lípidos, potasio. • Entre el 0.3 y 1%: calcio, magnesio y fósforo. • Menos del 0.01%: cromo, cobalto, hierro, manganeso, selenio, silicio, zinc. • Indicios de ácido ascórbico, aluminio, beta caroteno C, estaño, riboflavina, vitamina B1. • Varios aceites esenciales.

Entre los glucósidos, se encuentra en mayor proporción el estevisido generalmente entre 5 a 10% del peso de la hoja y en menor medida, del orden de 2 a 3% rebaudiósidos A, B, C, D, E, dulcósido A y B y steviolbiosido (Totté et al., 2000; Brandle et al., 2002; Geuns, 2003; Totté et al., 2003; Brandle, 2005).

De esta manera puede verse que el producto industrial extraído de la *Stevia* es en realidad una combinación de varios glucósidos, cuyas cantidades varían en función a las variedades, de los climas y los terrenos; pero es el estevisido (Fórmula: C<sub>38</sub> H<sub>60</sub> O<sub>18</sub>) el principal y más abundante componente (Totté et al., 2000).

La *Stevia* en su forma natural es 10 a 15 veces más dulce que el azúcar común de mesa, mientras que los extractos de *Stevia* tienen un potencial endulzante de 100 a 300 veces mayor que la del azúcar. El extracto en su forma líquida tiene un poder endulzante aproximadamente 70 veces mayor que la sacarosa, mientras que los extractos refinados de *Stevia*, llamados estevisidos (polvo blanco conteniendo 85-95% de estevisido) son 200 a 300 veces más dulce que la sacarosa (Brandle, 2005).

En cuanto a las aprobaciones necesarias para comercializar la *Stevia*, se conoce que el 18 de Septiembre de 1995 la FDA (Food and Drug Administration) anunció que la *Stevia* podía venderse y consumirse como suplemento dietético y no como aditivo alimenticio (endulzante). Años más tarde, también determinaron que la *Stevia* en su forma líquida podía ser vendida como producto para el cuidado de la piel (Gregersen et al., 2004). La *Stevia* es apta para diabéticos, es hipotensora (recomendada para personas con tensión alta, pues la reduce), sirve para el cuidado facial, para problemas de acidez de estómago, es adecuada para bajar el nivel de acidez de la sangre y de la orina, ayuda a bajar de peso porque no tiene calorías y no produce ninguno de los nocivos daños causados por el azúcar y los demás edulcorantes artificiales. Es soluble en agua fría o caliente, sin nutrientes, sin calorías, se puede hornear (es estable a los 200°C), no se fermenta, no crea placa dental, es anti-caries, y no tiene efectos tóxicos. (Brandle, 2005).

#### **a) Estudio de Mercado:**

Con la finalidad de cubrir los objetivos establecidos en este estudio de empleó el método estadístico y encuestas. Se tomó la ciudad de Tuxtla Gutiérrez como base, considerando que es la mayor población en el estado; el total de hogares y viviendas particulares con los que cuentan el municipio es de 141,903 familias con un promedio de 3.9 integrantes por vivienda. Se calculó el tamaño de la muestra y la cantidad de encuestas, a través de la siguiente fórmula

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Dónde:

n = Número de elementos de la muestra.

N = Número de población. (141 903 familias).

p = Probabilidad de éxito (0.5)

q = Probabilidad de fracaso (0.5)

Z2 = Nivel de confianza elegido (95%)

E = Margen de error permitido (5%)

$$n = \frac{Z^2 (141\ 903)(0.5)(0.5)}{(0.05)^2 (553,374-1) + Z^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{3.8416 (141\ 903)(0.5)(0.5)}{(0.0025 (141\ 902) + (3.8416)(0.5)(0.5))}$$

$$n = \frac{176\ 283.6412}{(354.755 + 0.9604)}$$

$$n = \frac{176\ 283.6412}{(355.7154)}$$

$$n = 495.57 = 496 \text{ familias}$$

Tabla 1: Estimación de la demanda total:

	Base de hogares	Porcentaje favorable	Operación	Resultado de hogares
Personas quienes consumirían la hoja seca de Stevia	496	87%	496*0.87	432

Tabla 2: Consumo Promedio del producto.

Consumo promedio mensual	Consumo anual
496 Hogares	9,701.76 kg

Con base a lo anterior, se concluye que el proyecto si tiene un mercado al cual pueda incursionar, teniendo una adecuada rentabilidad de acuerdo al estudio de mercado que se realizó. Queda claro que los consumidores de azúcar pasarían a ser nuestros clientes, ya que en las encuestas realizadas, aportaron que buscan un beneficio para su salud en lo que consumen y por lo tanto sustituirán su endulzante por la hoja se de Stevia.

### b) Estudio Técnico:

El estudio técnico permitió comprobar la factibilidad de empaquetar el producto a elaborar en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, establecer la capacidad recomendable de la planta, así mismo la distribución de los mecanismos a manejar y establecer el diseño del prototipo que se vaya a requerir para el proyecto. Dentro de las principales actividades a realizar, se encuentran las siguientes:

**Riego:** El riego es de gran importancia para el cultivo de Stevia ya que esta planta no soporta periodos largos de seca pero tampoco alta humedad y prolongada. Para este cultivo es recomendable el establecimiento de un sistema de riego por goteo empleando 0.5 litros por planta (50 m3/Ha) diarios, con intervalos de 3 días en caso de suelo arenoso y de 5 días si el suelo es ligeramente arcilloso. En este caso el suelo que se tiene en el terreno es ligeramente arcilloso

**Cosecha:** La primera cosecha sería en Marzo de 2016. El peso de hoja fresca de Stevia es de 200 gr por planta, con un total de 20,000 kg de hoja fresca. En una cosecha se logra juntar 3 800 kg de hoja seca, porque la humedad que pierde al secarse es del 81; entonces el 81% de 20,000 kg es 16,200 kg quedándonos de hoja seca 3,800 kg o sea el 19 % de la hoja fresca que se cosecho. El primer corte del año que se empezó a producir, el segundo corte sería en el mes de julio de 2016, el tercero en el mes de noviembre de 2016 y el tercer corte sería en Marzo de 2017.

**Secado de hoja:** Respecto al secado de la hoja de Stevia, se consideró la idea de la construcción de un horno deshidratador eléctrico. Colocando sobre el papel estraza que están dentro del horno, las hojas de Stevia las cuales previamente serán desinfectadas (por un litro de agua un mililitro de cloro). Se tomaron en cuenta diversos puntos para su construcción. De acuerdo a las pruebas realizadas del secado de la hoja (se fabricaron prototipos de hornos solares para el deshidratado durante la investigación), se concluye que pierde una humedad del 81% en 5 horas, obteniendo así la calidad que se desea comercializar. -Para la realización del proceso de secado de la hoja de Stevia se requieren de 85 operarios que trabajarán un turno de 8 hrs por tres días, para realizar el primer período de producto terminado. La construcción de un deshidratador artesanal, reduce el costo de secado a comparación de una máquina industrial y conserva las propiedades de la hoja.

**c) Estudio Económico:**

En esta sección se realizaron las proyecciones económicas necesarias para que el proyecto demuestre ser viable. Comprende el monto de los recursos económicos necesarios que implican la realización del mismo previo a su puesta en marcha. Así como la determinación del costo total requerido en su periodo de operación. Se calcularon todos los rubros requeridos para dicho proyecto, mostrando el resumen de los mismos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Presupuesto de inversión inicial

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN INICIAL	
PRODUCCIÓN DE HOJA SECA DE STEVIA PARA ENDULZANTE	
CONCEPTO	MONTO
Inversión fija	\$688,323.12
Inversión diferida	\$6,000.00
Capital de trabajo	\$82,505.56
<b>INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>\$776,828.68</b>

Tabla 4. Estado de Resultados Proyectado

ESTADO DE RESULTADOS			
CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
(+) VENTAS	\$1,230,867.38	\$1,661,670.96	\$2,092,474.54
COSTOS FIJOS	\$205,018	\$215,268.90	\$226,032.35
COSTOS VARIABLES	\$62,152	\$128,839.2	\$196,326.40
(-) COSTOS TOTALES	\$267,170	\$344,108.10	\$422,358.75
(=) UTILIDAD BRUTA	\$963,697.38	\$1,317,562.86	\$1,670,115.79
(-) DEP. Y AMORT.	\$9,432.31	\$9,432.31	\$9,432.31
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$954,265.07	\$1,308,130.55	\$1,660,683.48
(-) IMPUESTOS	\$234,546.12	\$326,580.10	\$417,712.32
(-) UTILIDAD NETA	\$719,718.95	\$981,550.45	\$1,242,971.16

Tabla 5. Punto de equilibrio proyectado

PUNTO DE EQUILIBRIO DEL PROYECTO			
CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INGRESOS	\$1,230,867.38	\$1,661,670.96	\$2,092,474.54
COSTOS FIJOS	\$205,018	\$215,268.00	\$226,032.35
COSTOS VARIABLES	\$62,152	\$128,839.20	\$196,326.40
PUNTO DE EQUILIBRIO EN VALOR DE PESOS	\$226,379.59	\$251,774.90	\$274,155.62
PUNTO DE EQUILIBRIO EN PORCENTAJE	34.40%	28.34%	24.51%

Tabla 6. Indicadores de factibilidad

VAN	\$514,566.392
TIR	37%
B/C	1.14

### Conclusiones

Los resultados obtenidos de la medición cualitativa La Tasa Interna de Retorno calcula la recuperación de la inversión por año en promedio, de esta manera medir la rentabilidad del proyecto estimada en 58%, este factor es calificado como viable debido a que es mayor del esperado 30%. Así como el Valor Actual Neto, que es mayor a 0, lo cual respalda el hecho de que la inversión es altamente rentable. El proyecto de inversión refleja una excelente oportunidad de desarrollo para el sector agropecuario en el estado de Chiapas, mismo que se encuentra ávido de oportunidades que le permitan desarrollarse con sustentabilidad.

### Referencias

- Barriocanal, L. A., M. Palacios, G. Benitez, S. Benitez, J. T. Jiménez, N. Jiménez y V. Rojas. 2008. Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans. A pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and type 1 and type 2 diabetics. *Regu- Regu- latory Toxicology & Pharmacology*. Doi: 51(1):37-41.
- Brandle, J.; A. Richman; A. Swanson y B. Chapman. 2002. Leaf ESTs from *Stevia rebaudiana*: a resource for gene discovery in diterpene synthesis. *Plant Mol. Biol.* 50, 613-622.
- Brandle, Jim. 2005. *Stevia*, Nature's natural low calorie sweetener. En: [http://res2.agr.ca/London/faq/stevia\\_e.htm](http://res2.agr.ca/London/faq/stevia_e.htm); consulta: junio 2005.
- De Paula D. C., Simanca S. M., Pastrana P. Y. I., Carmona B. A. y Lombana G. G. 2010. Condiciones de utilización del esteviósido en la elaboración de mermelada de guayaba dulce (*Psidium guajava* L.). *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Núm. 21: 1-12.
- Gregersen, S.; P. Jeppesen; J. Holst y K. Hermansen. 2004. Anti- hyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metab. Clin. Exp.* 53, 73-76.
- Jaramillo, V. A. 2009. *Stevia: Producción y Procesamiento de un Endulzante Alternativo*. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Jarma O., A. de J.; Combatt C., E. M.; Cleves L., J. A. 2010. Aspectos nutricionales y metabolismo de *Stevia rebaudiana* (Bertoni). Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(2): 199-208.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1996. *Producción de Ka'a He'e*. Tercera edición. República de Paraguay, Asunción. 35 p.
- Monteiro, R. 1982. Estudos taxonómicos em *Stevia série Multiaristatae* no Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 5:5-15.
- Monteiro, R., 1980. *Taxonomia e biologia da reprodução da Stevia rebaudiana Bert.* Thesis, Univ. Estadual de Campinas.
- Shock, C.C. 1982. Experimental cultivation of *Rebaudi's stevia* in California. *Univ. California, Davis Agron. Progr. Rep.* 122.
- Totté, N, L. Charon, M. Rohmer, F. Compennolle, I. Baboeuf y J. Geuns. 2000. Biosynthesis of the diterpenoid steviol, an en- en- tkaurene derivative from *Stevia rebaudiana* Bertoni, via the methylerythritol phosphate pathway. *Tetrahedron Letters* 41,6407-6410.
- Taiairiol, D. y Molina, N. 2010. Producción de *Stevia rebaudiana* Bertoni (Ka'a He'e) en Bella Vista (Corrientes). Análisis técnico y económico de una alternativa sustentable. Publicación EEA- INTA Bella Vista-Argentina. Serie Técnica N° 37:17 pp.



# Diagnóstico para la construcción de entornos digitales en la formación inicial de docentes

Hernández Becerril S.<sup>1</sup>, Mtra. Silvia Martínez Becerril<sup>2</sup>, Mtra. Magdalena Núñez Solano<sup>3</sup>.

**Resumen**— La inclusión de nuevos paradigmas de aprendizaje corresponde indudablemente a los profesores que en estos últimos años se preparan en las Escuelas Normales. Reconocer los entornos digitales no es suficiente, habrá que experienciarlos, utilizar con cierto dominio la plataforma desde la cual se diseñen procesos tecnopedagógicos constituidos como capital objetivado en los normalistas; su concreción apoya el desarrollo de nuevos trayectos educativos basados en los actuales entornos digitales. Sin embargo, algunos hallazgos ubican un escaso grado de inclusión de la tecnología como procesos de aprendizaje de los futuros docentes de la institución en estudio, datos que recuperados a modo de fondos de conocimiento e identidad muestran parte de una realidad en la Educación Superior donde suponemos diferenciados y novedosos usos de las herramientas tecnológicas a favor del aprendizaje pero, aún es necesario perfeccionar en su proceso formativo para dirigirlos en aplicaciones didácticas.

**Palabras clave**—Formación docente, tecnopedagogía, aprendizaje con TIC.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico ha invadido nuevamente todas las actividades humanas, la educación ha sido incluida en esta vertiginosa propuesta de cambio. Particularmente la Educación Normalista enfrenta exigencias internacionales y nacionales sobre los resultados obtenidos en la preparación de los futuros docentes, el impacto de éstos, indudablemente, tienen una mayor envergadura en tanto el nivel de atención a la educación que año con año efectuarán los jóvenes profesores.

La transición de la práctica educativa en las Escuelas Normales ha iniciado en décadas anteriores, el Programa para la Transformación y el Fortalecimiento Académicos de las Escuelas Normales (1997) brindó oportunidades para el enriquecimiento de infraestructura, gestión, docencia y aspectos curriculares. A partir de entonces, la comunicación y recursos de enseñanza y aprendizaje han transitado hacia el mundo digital e incluye elementos de la comunidad global y local.

En este sentido, los entornos formativos se modificaron pero quizá aún la fortaleza práctica requiere ser analizada, sistematizada y renovada de manera que, el proceso de indagación aplicada a la mejora constante de la tarea formativa logre ser impulsada de manera sostenida. Esta investigación se ubicó en el contexto de la educación normalista, particularmente con los estudiantes de la Escuela Normal de Tlalnepantla (ENT).

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El propósito final de esta investigación es contribuir con el proceso de formación inicial de los docentes de educación secundaria con especialidades en química y biología al diseñar alternativas educativas y didácticas para favorecer el uso adecuado de las tecnologías con base en el conocimiento del entorno y las habilidades digitales del docente en formación con el fin de potenciar la práctica docente en la escuela secundaria.

Esta indagación de perspectiva cualitativa, inició con la exploración del escenario digital en el que se involucran los estudiantes de la ENT se desarrolló en el segundo semestre del ciclo escolar 2015-2016; en la identificación de las habilidades digitales del docente en formación y su aproximación a la ciudadanía digital, se aplicó un cuestionario vía electrónica que consideró aspectos relevantes del uso de tecnología y sus aplicaciones de 32 normalistas de un total de 153 que integra la comunidad, lo que implicó al 20% como muestra de dicha población.

El cuestionario tuvo como soporte el análisis de información relativo al ejercicio de derechos y deberes determinados por la ciudadanía digital (Galindo, 2009) y, en segundo lugar considerando la incorporación de medios de comunicación que conectan a personas, discusiones e informaciones de diferentes partes del mundo seguramente

---

<sup>1</sup> La Mtra. Susana Hernández Becerril es Profesora de Tiempo Completo en la Escuela Normal de Tlalnepantla, Edo. de México. [susheb.becerril@gmail.com](mailto:susheb.becerril@gmail.com) (autora corresponsal).

<sup>2</sup> La Mtra. Silvia Martínez Becerril es Investigadora Educativa de la Escuela Normal de Tlalnepantla, Edo. de México. [silviaent.martinez@gmail.com](mailto:silviaent.martinez@gmail.com)

<sup>3</sup> La Mtra. Magdalena Núñez Solano es Investigadora Educativa de la Escuela Normal de Tlalnepantla, Edo. de México. [magda.mns@gmail.com](mailto:magda.mns@gmail.com)

en escasos años las comunidades educativas mexicanas tendremos que equiparar nuestras habilidades sobre el uso de la Tecnología, se retomaron los Estándares TIC propuestos en Estados Unidos (Eduteka, 2008).

Tras una selección por nivel de relevancia en el contexto conocido dada nuestra aproximación profesional, se estimaron pertinentes de evaluar algunos rasgos de los estándares de jóvenes hasta los 18 años, relacionados con la producción y divulgación de productos digitales, a modo de considerarlos *prosumidores*.

Coll y Engel (2014) emplean el término prosumidor considerando la fusión de dos conceptos *consumidor* y *productor*. A través de la información obtenida en este ejercicio de indagación se consideró oportuno reconocer al aprendiz de la docencia como un consumidor de contenidos o programas formativos creados por otros sin embargo, en la pretensión de favorecer sus ambientes virtuales se requiere demostrar de manera activa la búsqueda, adaptación, creación y hasta difusión de los mismos, lo que le posiciona como un productor. Así, el conocimiento y su capitalización residirán en la alternativa y proactividad de los aprendices más que en las bases informáticas por sí mismas o las indicaciones homogéneas de los currículos y perspectivas docentes, favoreciendo la personalización del aprendizaje, en sus cotidianos y diferenciados entornos.

El análisis de resultados ha sido apoyado por la estadística descriptiva que brinda un diagnóstico de necesidades a atender en la segunda etapa de la investigación. Basadas en la metodología de *Diseño instruccional* (Rinaudo y Donolo, 2010) nos encontramos en la etapa de diseño de alternativas educativas y didácticas que aún no consolidadas serán referentes para posteriores publicaciones.

El cuestionario constó de un total de 22 preguntas referidas al tipo de tecnología que regularmente emplean, el uso que hacen de ella, su vínculo con redes sociales y aplicaciones que con mayor frecuencia son empleadas por los jóvenes de esta según datos de investigaciones realizadas por la ComScore Inc., son de mayor importancia en el mundo latinoamericano. Los aprendices tuvieron la oportunidad de manifestar algunos otros sitios o acciones en el mismo cuestionario con lo cual se pretendió incorporar elementos desconocidos por las investigadoras. La resolución del cuestionario se realizó de manera electrónica y anónima.

## DIAGNÓSTICO

### A. Resultados del cuestionario

El 65.6% de los aprendices emplean el celular con mayor regularidad para ponerse en contacto con otros, el 59.3% emplean su lap top, el 28.1% emplea la computadora de escritorio, el 21.9% el Centro de cómputo de la escuela y el 15.6% acuden a un Café internet. Solamente el 21.9% se apoya en 3 o más de los dispositivos mencionados, observando así un porcentaje menor de personas con acceso ilimitado a la comunicación cotidiana. Evidentemente el uso de la telefonía celular ha brindado mayores oportunidades de comunicación entre los jóvenes consultados mientras que una minoría tiene oportunidades diversificadas al emplear más tipos de artefactos tecnológicos.

El medio que emplean les permite acceso a redes sociales el total de la población consultada emplea el *Facebook* y *Whats app*, en cambio las redes como *Slideshare.net* y *Tumblr.com* son empleados por una minoría 6.3%. *Google plus* es empleado por el 53.1%, *Instangram* se emplea en un 31.3% y, el 18.8% emplea *Ask FM*. Un 71.9% ocupa tres o más redes sociales para la comunicación.

Por otro lado, las finalidades de comunicación son diferentes, el 93.8% se comunica con compañeros del salón de clases o de la normal, con lo cual dan continuidad a dicho vínculo más allá del tiempo y espacio escolar. El 65.6% intercambian también con familiares, 37.5% contacta con docentes de otras escuelas, aunque no se conocen los motivos o temas de estas conversaciones, en apariencia se ubican con habilidades alternativas para el desarrollo social y personal en la comunidad digital. Sin embargo, se observa con ligereza la posibilidad de consultar videos de temas que no comprendan o consultar información y ver noticias del día.

A través de las redes los normalistas acostumbran en su mayoría diseñar sus propios mensajes (84.4%), da "me gusta" (75%) y emplea lenguaje formal (68.8%), en menor medida que varía entre el 40% y el 25% se encuentran quienes siguen algunas normas de *netiqueta* como saludar, despedirse, emplear emoticones, comentar las publicaciones de sus contactos y denunciar si alguien sube una foto o envía un mensaje que le hace sentir mal. Cabe señalar que el tipo de denuncia no se refiere a una denuncia de delito puesto que en respuestas posteriores, los encuestados no reconocieron el procedimiento apropiado. Por otro lado, existen prácticas riesgosas en un rango menor (18.8%) como subir *selfies* o fotografías con personas que ellos mismos toman. Solo el 18.8 % señaló participar en 5 o más sentidos de los enunciados en este párrafo.

El correo electrónico, en cambio, ha sido señalado por los aprendices como el medio a través del cual el 100% envía tareas y el 93.8% se comunica con sus profesores. El 40.6% se comunica a través de este medio con sus compañeros pero disminuye significativamente para la relación con familiares (21.9%). Son escasos (21.9%) quienes reciben correspondencia de otros sitios como bancos o relacionados con la educación no escolarizada.

El 81.3% expresó participar con comentarios o publicaciones en blogs, wikis u otros sitios personales, el 21.9% lo hace en sitios que pertenecen a otros. También es importante señalar que no se compartieron las ligas de sitios personales por lo cual podría deducirse que la influencia de la ENT sobre el diseño de sitios para la comunicación y repositorio de las asignaturas tiene influencia en esta respuesta, además de identificarse algunas interpretaciones de “mi sitio de internet” al muro en las redes sociales.

Prácticamente la totalidad de la población participante en este estudio emplea Microsoft, particularmente Word y Power Point; 50% elaboran videos, 46.9% emplean Publisher y el 43.8% usan Excell. Entre el 28% y el 15% utilizan aplicaciones como Cmaps, Jelic o Infografías.

Google es el buscador de información favorito, el 100% de los encuestados lo emplean, otros buscadores identificados son Bing y Yahoo, en menor medida al 9% se mencionaron Ask y Safari. Mencionan que acuden a plataformas como Bidi UNAM ocasionalmente (43.8%), el 25% lo consulta con frecuencia mientras que el otro 25 no lo conoce. Redalyc, IRESIE y Scielo no son conocidas por el 70% u 80%. Más del cincuenta por ciento manifestaron emplear otros buscadores pero no los precisaron.

La búsqueda de información la realizan con la finalidad de desarrollar alguna tarea escolar (90.6%), conocer más los temas que les interesan (87.5%) y para resolver un proyecto de investigación (84.4%), para la resolución de dudas personales solo lo ocupa el 46.9%.

La mayor parte (78%) se considera un usuario de internet *auto-controlado* porque solo activa el celular o computadora por un tiempo limitado por mí mismo, en cambio el 15,6% se miraron como usuarios poco afectados al internet 15.6% porque activan el celular o procesador por situaciones que así lo requieren y solo el 6.3% se declaró adicto al internet al tener el celular o computadora conectados todo el tiempo.

#### *Análisis de datos*

Todos los estudiantes de la ENT cuentan con posibilidades de comunicación digital, el celular y la computadora o laptop son los artefactos tecnológicos de mayor empleo. Dos terceras partes de la población en el país que tiene mayor acceso a los medios digitales cuentan con 35 años o menos (ComScore, 2015)<sup>4</sup> lo que debemos reflexionar con mucha seriedad puesto que nuestros estudiantes y los estudiantes de educación básica se encuentran implicados. Viven un mundo digital al que pocos adultos mayores acceden.

Lamentablemente en los resultados de este estudio, las finalidades de comunicación no son suficientemente definidas para asegurar si la orientación académica o de entretenimiento son las mayormente favorecidas sin embargo, en coincidencia con estudios similares, se ha identificado que en realidad el uso de estos medios por ciudadanos mexicanos se dirige principalmente a cuatro tipos de contenidos: 1. Servicios proporcionados por algunos portales como Yahoo o Google entre otros, 2. Entretenimiento, 3. Social Media y 4. Buscadores (ComScore, 2015).

Es posible deducir que el nivel de participación es escaso, las redes sociales solo son empleadas como medio de comunicación de eventualidades, de manera contemplativa o brindando opiniones que para el caso de los normalistas se dirigen mayormente a brindarles un “me gusta”; poco se orientan a compartir información o noticias que apoyarían el proceso de aprendizaje. Se requiere fortalecer procesos tecnopedagógicos que apoyen en la explotación de los diversos sitios y redes como oportunidades de conversación e interacción con un mayor impacto para el aprendizaje.

El empleo de recursos que regularmente se encuentran en los equipos de cómputo y computadoras de escritorio demuestran el logro educativo para creación de documentos y presentaciones digitales o en físico aunque limitadas al uso más cotidiano sin embargo, en el uso de aplicaciones que han incrementado la posibilidad de comunicación en el mundo virtual y la socialización de los aprendizajes o conocimientos, poco se ha incursionado. Los normalistas aún no se apropian del empleo de estos medios, por tanto, escasos serán los esfuerzos para el desarrollo de este tipo de competencias en las aulas de educación básica que es el sitio para su desempeño profesional.

---

<sup>4</sup> Empresa que se considera a sí misma como “líder mundial en la medición del mundo digital y la fuente preferida para el marketing digital” cuya página es la siguiente: <http://www.comscore.com/esl/Sobre-comScore>

Lograr estándares internacionales no es un simple capricho de la política educativa nacional, los medios electrónicos están vinculados a nuestras actividades bancarias, compras e incluso para trámites de gobierno y el cuidado de la salud; además de la creciente inclusión en las circunstancias internacionales que atravesaron los límites fronterizos para invadir nuestra cultura, nuestras prácticas cotidianas. Como docentes afrontamos una nueva responsabilidad con respecto a la educación de una ciudadanía digital pero, sobre todo somos responsables de iniciar con en el diseño de procesos tecnopedagógicos a favor de los nuevos elementos y herramientas de la cultura de este siglo, de transformar la perspectiva educativa, a las escuelas tanto en su infraestructura como en su gestión académica y por supuesto, al tratamiento de contenidos en las aulas. La necesidad de observar y consolidar este tipo de procesos requiere de la participación de docentes en la actualización comprometida, la organización y desarrollo de una gestión a favor de la infraestructura, equipamiento y el desarrollo de propuestas didácticas y pedagógicas orientadas al desarrollo de la personalización del aprendizaje.

Los aprendices del presente siglo XXI son requeridos para la generación de la creatividad e innovación a través de la comunicación y colaboración apoyados en la investigación y el manejo de la información que funda un pensamiento crítico ante la resolución de problemas y la toma de decisiones (tanto personales como sociales) y en este sentido se considera que deben saber (ISTE, 2007) incluso con la finalidad de sostener el aprendizaje permanente.

### COMENTARIOS FINALES

En esta primera parte de la investigación se pretendió la identificación de los artefactos tecnológicos con los que cuentan los normalistas, algunas prácticas comunes en el uso de la TIC y el tipo de habilidades en el uso de aplicaciones que favorecen el aprendizaje permanente. La Escuela Normal de Tlalnepantla es una institución de educación superior en cuya visión se reconoce la necesidad de favorecer a la formación inicial del profesional docente de educación básica con el apoyo de los avances de la ciencia y la tecnología, de ahí la importancia que cobra el reconocimiento de los alcances en sus estudiantes. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas del cuestionario a partir del cual se obtuvo información con respecto a rasgos de la cultura digital con la que los normalistas han sido formados y la definición de necesidades educativas.

#### B. Resumen de resultados

La mayor parte de los jóvenes cuestionados emplean el celular con mayor regularidad para ponerse en contacto con otros, son una minoría quienes cuentan con acceso ilimitado a la comunicación cotidiana vía internet, aunque el uso de la telefonía celular ha brindado mayores oportunidades de comunicación, una minoría tiene oportunidades diversificadas al emplear más tipos de artefactos tecnológicos. El total de la población consultada emplea el *Facebook* y *Whats app* pero, existe una mayoría que ocupa o se encuentra registrado en tres o más redes sociales.

Casi la totalidad se comunica con compañeros del salón de clases o de la normal, no observan oportuna la consulta de videos de temas que no comprenden, información o noticias del día. Consideran que diseñan sus propios mensajes aunque en redes sociales no se publican aprendizajes, otra actividad destacada en estos sitios es la manifestación del *Like* o “me gusta”.

La actividad o práctica coincidente es el uso académico o escolar del correo electrónico considerado como el medio a través del cual envían tareas y se comunican con sus profesores. Emplean paquetería de Microsoft, particularmente Word y Power Point, su buscador cotidiano es el Google, en cambio desconocen sitios como Redalyc, IRESIE y Scielo (repositorios o plataformas para la consulta de artículos y textos académicos).

La mayor parte se consideran usuarios de internet *auto-controlados* (activan el celular o computadora por un tiempo limitado y por decisión propia, una minoría en cambio, se declaró adicta al internet puesto que se encuentran conectados todo el tiempo).

#### C. Conclusiones

El nivel de implicación de la TIC como elemento del proceso de aprendizaje en los estudiantes de esta Escuela Normal se ha fundamentado en la comunicación con docentes y compañeros de estudio a través de artefactos tecnológicos que se encuentran al alcance de sus posibilidades incluso económicas, la mayor parte ocupa el implemento más cotidiano, el celular. Sin embargo, la comunicación favorece el desarrollo de actividades académicas que la tradición educativa ha propuesto como los escritos y presentaciones sintéticas de la información (en Word y Power Point). Y, dada la asociación con la escolaridad (casi exclusiva en el ámbito de lo formal dado que no acuden a la preparación o capacitación en otras instituciones), los formadores de docentes requerimos atender el

desarrollo de habilidades para el aprendizaje y la producción del conocimiento así como la participación social en los futuros profesores.

Es relevante la identificación de una población joven cuyo nivel de participación y contacto con la TIC ha garantizado por sí misma y parcialmente, un entorno que apoye al aprendizaje y la generación del conocimiento, se tiene un limitado uso de recursos dada la petición escolar o académica. Los resultados demuestran que los jóvenes normalistas requieren desarrollar habilidades para la selección y empleo de aplicaciones lúdicas, proyectos o productos digitales como apoyo en el desarrollo de aprendizajes tanto personales como de los grupos de escolares a su cargo, para la creación, conservación y publicación de productos de aprendizaje en sitios web seguros, para el empleo de simuladores sobre contenidos curriculares y el desarrollo de pensamiento crítico a partir del cual genere planes resolutivos, obtenga información, presente hallazgos y/o resultados, potenciándose a través de los recursos de la tecnología de la información y la comunicación con respeto al derecho de la ciudadanía digital (ISTE, 2007).

#### *D. Recomendaciones*

Los temas emergentes de este diagnóstico son fuente importante para estudios posteriores tales como ciudadanía digital, juventud y tecnología o competencias digitales principalmente, no solo en la formación de futuros docentes sino también en aprendices de la Educación Superior o Universitaria.

La formación docente requiere ser estudiada desde múltiples ángulos, en particular, la relación con las prácticas actuales de comunicación, búsqueda de información y su relación con el aprendizaje, se convierten en temas a considerar por parte de las Escuelas Normales para estimar diseños didácticos dirigidos a su preparación profesional. Los normalistas acuden a las aulas con niños y adolescentes que cuentan con una mayor aproximación con las TIC y las habilidades relacionadas sin embargo, se espera que la educación básica sirva de plataforma para desarrollarse en el mundo actual, les apoye en la resolución de sus problemas cotidianos, el compromiso de preparación tecnopedagógica en docentes de educación básica y media superior se incrementa paulatina pero inexorablemente.

#### **REFERENCIAS**

Coll, C. & Engel, A. Introducción: Los Entornos Personales de Aprendizaje en contextos de educación formal. *Cultura y Educación*, 26 (4), 624-630, 2014.

Rinaudo, M, y Donolo, D. Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)* (22). Recuperado el 12 de octubre de 2014, de <http://www.um.es/ead/red/22>, 15 de mayo de 2010.

Vázquez, R. México, primer lugar en penetración Social Media. En Red Forbes México. Recuperado el día 20 de abril de 2016 de la página de internet: <http://www.forbes.com.mx/mexico-primer-lugar-en-penetracion-social-media/>, 31 de julio 2014.

ISTE, NETS for Students: National Educational Technology Standards for Students, Second Edition, © 2007, ISTE® (International Society for Technology in Education), Recuperado el 12 de marzo de 2016, <http://www.iste.org>, 2007.

# PERFIL DE ESTUDIANTES REPROBADOS Y DESERTORES EN EL TECNOLÓGICO DE CHIHUAHUA

MTF Josefina Hernández Bernadett<sup>1</sup>, Martha Alicia Rodríguez Olivas<sup>2</sup>,  
Blanca Estela Valdez Rodríguez<sup>3</sup> y <sup>4</sup> Kenia Santoyo Parga

**Resumen**—En el presente documento se muestran los resultados de una investigación de estudio de caso llevada a cabo en el Instituto Tecnológico de Chihuahua con el objetivo conocer las características de estudiantes reprobados y en riesgo de deserción tomados de una muestra de 76 sujetos provenientes de 8 carreras de nivel superior. La investigación es parte de un proyecto mayor que desde 2015 se viene realizando con estudiantes reprobados y en riesgo de deserción debido a que son estas unas de las temáticas más importantes para la institución. La población está conformada por tres grupos a) uno proviene de la investigación 2015, b) parte un grupo de tutorías 2015 y c) estudiantes en seguimiento por condiciones de riesgo de reprobación por el área de Psicología. Se realizaron entrevistas telefónicas a los estudiantes. La investigación se llevó a cabo de enero a Septiembre del 2016 e incluye a alumnos de todos los semestres. Los resultados muestran edades, semestre, sexo, y características de causas de reprobación y deserción.

**Palabras clave**—reprobación, deserción, perfil, estudiantes en riesgo.

## Introducción

Este documento presenta el reporte de una investigación llevada a cabo en el Instituto Tecnológico de Chihuahua con estudiantes de 8 carreras, 7 ingenierías y una licenciatura, hombres y mujeres, que cursan diversos semestres.

El objetivo de la investigación es conocer características de una muestra de estudiantes reprobados y en riesgo de deserción. Esta investigación se enmarca en un proceso que se ha venido llevando a cabo desde finales del 2014 en su fase de preparación.

La deserción es uno de los problemas más comunes y complejos de las instituciones de educación superior en el país. Las instituciones lo saben, sin embargo, resulta difícil conocer la dimensión del problema ya que no existen criterios estándar para conceptualizar y evaluar el problema. (Chain Revuelta et al, 2001). Sin embargo, según Valdez et al, (2008), entre las más importantes causas de la deserción están los factores económicos, la reprobación y la falta de interés.

Al parecer los factores socioeconómicos son fundamentales en la reprobación y deserción escolar. En un estudio realizado por Carrillo Flores, (1993) se encontró que existen factores que no son considerados en la deserción: como el interés por la carrera, los métodos de estudio y trabajo simultaneo y bajo promedio en el bachillerato, además de la falta de formación de los profesores.

En otro orden de ideas, los procesos de enseñanza aprendizaje en las IES representan un fenómeno complejo y multideterminado por lo que es necesario abordarse desde una perspectiva múltiple y no reduccionista, en dicho sentido se plantea que el bajo rendimiento escolar de los estudiantes puede relacionarse con una amplia gama de factores, entre los que se puede mencionar el nivel económico y educativo de la familia parental, la conformación de la currícula, la normatividad e infraestructura de los procesos educativos e incluso las características individuales de los estudiantes. (Maldonado et al, 1998)

En los antecedentes inmediatos a la presente investigación se encuentran dos investigaciones previas:

En la primera etapa se llevó a cabo una investigación de tipo exploratorio cuyos resultados preliminares reportan la experiencia de evaluación de un programa de intervención preventiva para estudiantes de nuevo ingreso en riesgo

---

<sup>1</sup> La M.T.F. Josefina Hernández Bernadett es Profesora del Instituto Tecnológico de Chihuahua, en la Cd. de Chihuahua. [jhernandezb@itch.edu.mx](mailto:jhernandezb@itch.edu.mx)

<sup>2</sup> La M.A.R.H. Martha Alicia Rodríguez Olivas es Profesora del Instituto Tecnológico de Chihuahua, en la Cd. de Chihuahua. [mrolivaz@yahoo.es](mailto:mrolivaz@yahoo.es)

<sup>3</sup> La M.D.G.E. Blanca Estela Valdez Rodríguez es Profesora del Instituto Tecnológico de Chihuahua, en la Cd. de Chihuahua. [bvaldez@itch.edu.mx](mailto:bvaldez@itch.edu.mx)



aplicaban la encuesta de estudiantes desertores. En seguida se les informaba que les llevaría alrededor de 5 minutos responderla. Al finalizar la misma se les agradecía su participación.

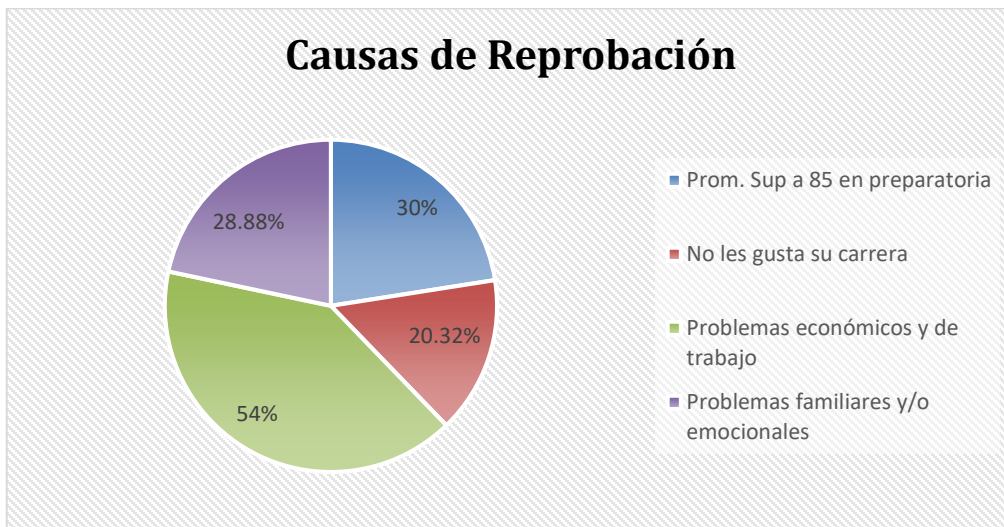
En la cuarta etapa se capturaron todas las preguntas de las encuestas en dos bases de Excel con número de encuesta para omitir datos de identificación de los participantes y conservar la confidencialidad.

En la última etapa analizaron los resultados realizando cruces de las variables más significativas y se elaboraron conclusiones y recomendaciones.

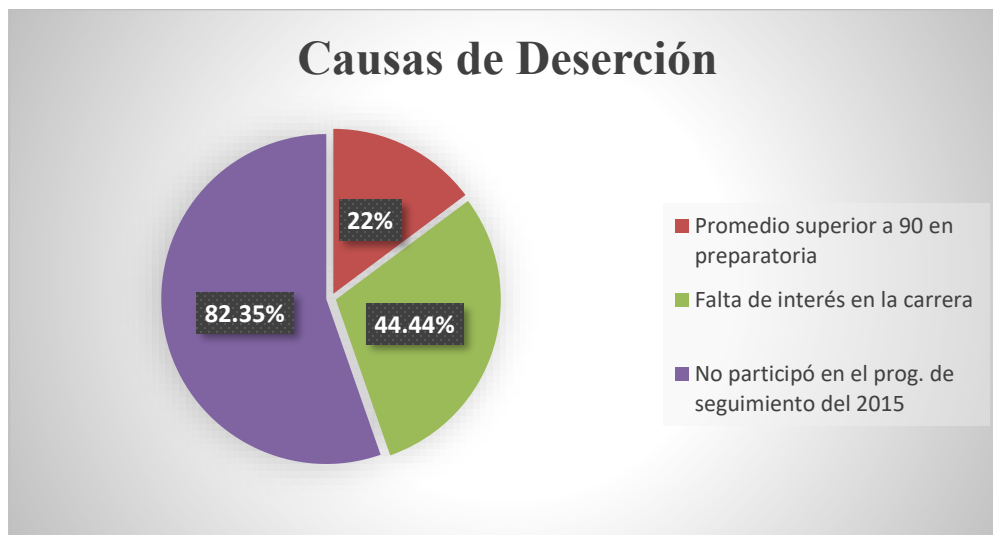
### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

En esta sección, se aborda el resumen de los resultados obtenidos de este estudio de caso. En la Gráfica 1 se muestran los resultados respecto a la reprobación, en donde se observa que el 30% de los estudiantes reprobados de la muestra, tienen un promedio superior al 85 en la preparatoria. Así mismo, al 20% de los estudiantes reprobados, no les gusta la carrera. En un siguiente resultado, podemos observar que el mayor porcentaje obtenido, el 54%, corresponde a que los estudiantes tienen problemas económicos y de trabajo. Además, el 28.88% de los estudiantes tiene problemas familiares y/o emocionales. En los resultados de la deserción, se observa que un 22% tiene un promedio mayor a 90 en la preparatoria. A su vez, el 44.44% manifiestan desagrado por la carrera elegida. El 82.35% que desartaron, no participaron en el programa de seguimiento del 2015.



Gráfica 1



Gráfica 2



### *Conclusiones*

Nuestro propósito general de este estudio consiste en identificar los factores asociados a la reprobación y deserción en estudiantes de 8 carreras en el Instituto Tecnológico de Chihuahua; y una vez presentado el resumen de resultados, se puede concluir que no necesariamente el tener un buen promedio en la preparatoria, significa que se tendrá éxito en el nivel superior. Otro factor importante en el estudio, arroja que el gusto por la carrera es un factor que se debe identificar en los estudiantes en riesgo de reprobación.

Además, en relación a la situación de problemas económicos y de trabajo, se hace necesario identificar a profundidad las razones por las cuales los estudiantes sienten la necesidad de trabajar, ya sea por una cuestión verdadera, como poder estudiar, o para sostener económicamente a sus familiares, lo cual los lleva a descuidar su verdadero rol como estudiantes.

Otro hallazgo, se refiere al factor de la situación familiar y emocional en la que se desenvuelve el estudiante, por lo cual asumimos que pudieran considerarse como causas de reprobación e incluso deserción, al no contar con una estabilidad familiar y emocional.

En lo referente a la deserción, se puede concluir que al igual que en las causas de reprobación, el buen promedio parece no asegurar que los estudiantes no desertarán del nivel superior. A lo cual se pudiera asumir, que aun cuando algunos factores adicionales, con baja incidencia, observados en el estudio, tales como problemas con maestros, cambio de estrategias didácticas, los contenidos educativos, la misma reprobación, el tiempo para estudiar, etc. pudieran en conjunto, apoyar la decisión de desertar.

En otro orden de ideas, la falta de interés en la carrera, representa una similitud entre las causas de reprobación y deserción, pudiera ser una importante constante a considerar en el perfil del estudiante detectado como en riesgo, y se debería explorar.

El porcentaje mayor obtenido en el estudio de caso, el 82.35% corresponde a los estudiantes en riesgo que no participaron en un programa de apoyo, lo que nos pudiera indicar la necesidad del estudiante de recibir soporte adicional durante su incorporación y adaptación al sistema de educación media superior para el éxito y su permanencia en la Institución

### *Recomendaciones*

En relación a los desarrollos futuros de la investigación se recomienda institucionalizar estudios sistemáticos sobre la trayectoria escolar del estudiante, fundamentados en bases de datos que proporcionen información relativa al desarrollo y evolución de la trayectoria académica de los estudiantes desde su ingreso a la Institución.

Así mismo, se sugiere, profundizar en factores de baja incidencia considerados en éste estudio, como lo son, problemas con profesores, falta de tiempo para el estudio, la percepción del alumno en relación a la falta de capacidad, ya que se consideran que, de manera conjunta, pudieran influir en la reprobación y deserción; el conocerlos más ampliamente ayudaría a tener un diagnóstico más acertado.

Adicionalmente, recomendamos se creen programas de soporte académico y psicológico, que apoyen a los estudiantes en riesgo, de manera institucionalizada, como parte de eje de las acciones que coadyuven al logro de los objetivos institucionales.

### *Referencias bibliográficas.*

- ANUIES (1989) "Trayectoria Escolar en la Educación Superior", México.  
Chaín Revuelta, Rageb et al (2001) "Deserción, rezago y eficiencia terminal en las IES", ANUIES, México.  
Maldonado et al, "Análisis multireferencial del fenómeno de la reprobación en estudiantes universitarios mexicanos", *Revista Psicología Escolar y Educativa* Vol. 2, No. 2, 1998.  
Valdez et al, "¿Deserción o autoexclusión?, un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior en Sonora México" *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol. 10, No. 1, 2008.

# INDUSTRIA AUTOMOTRIZ E INDUSTRIA DE AUTOPARTES: ANTECEDENTES, ACTUALIDAD Y TENDENCIAS

Dr. Martín Aubert Hernández Calzada<sup>1</sup>, Itayesi Chávez López<sup>2</sup>,  
Caren Garnica Flores<sup>3</sup> y Dr. Ricardo Contreras Soto<sup>4</sup>

**Resumen**— El objetivo de esta investigación es analizar y describir los antecedentes, actualidad y tendencias de la industria automotriz y de autopartes a nivel nacional, como generadoras de una importante gama de capacidades tecnológicas. El presente trabajo se basa en una investigación documental de los principales resultados de las industrias enumeradas, reconociendo que éstas son consideradas como sectores estratégicos para el desarrollo de las naciones en un contexto mundial más competitivo, que se distinguen por la vasta red de articulaciones y su rol como propulsor de otros sectores. Se estima que son parte de los sectores de la industria manufacturera más dinámicos, derivado de sus altos niveles de competitividad. La contribución del presente trabajo permite observar la importancia de la industria automotriz y autopartes en la economía nacional, así como las tendencias que se dirigen hacia el uso de nuevos materiales, nuevas tecnologías en materia energética, combustibles alternativos y conectividad.

**Palabras clave**— Industria Automotriz, Industria Autopartes, Capacidades Tecnológicas

## Introducción

La industria automotriz es considerada como un sector estratégico para el desarrollo de las naciones y se distingue por la vasta red de articulaciones y su rol como propulsor de otros sectores. Se estima que es uno de los sectores de la industria manufacturera más dinámicos, derivado de sus altos niveles de competitividad (SE, 2012).

El impacto que tiene la industria automotriz en otros sectores es de importancia significativa, se calcula que por cada empleo existente en esta industria, se generan 8 en sectores conexos (OICA, 2014), como el siderúrgico, metalurgia, hule, vidrio, construcción, comunicaciones y energía (Covarrubias, 2014).

El presente artículo es resultado de la investigación denominada Análisis de las Capacidades Tecnológicas de la Cadena de Valor del Cluster Automotriz en la Región Centro y su Impacto en el desarrollo Territorial y en la Competitividad Empresarial, en la que participan investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, la Universidad de Guanajuato y la Universidad Autónoma de Querétaro.

El objetivo de esta investigación es analizar y describir los antecedentes, actualidad y tendencias de la industria automotriz y de autopartes a nivel nacional, como generadoras de una importante gama de capacidades tecnológicas.

El presente constituye un estudio documental. La metodología seguida fue la recopilación de información relativa a la industria automotriz y de autopartes, a través de diversas fuentes como informes, noticias, artículos de corte divulgativo y científico.

El artículo está organizado como sigue: inicialmente se presenta información relativa a la industria automotriz en México, seguido por la clasificación de dicha industria y el análisis de la cadena de suministro. Finalmente se exponen los comentarios finales.

## La industria automotriz en México

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

La industria automotriz (IA) es de importancia significativa para el país, debido a que representa el segundo lugar en la industria manufacturera, después de la alimentaria, por su aportación al producto interno bruto (PIB), representando el 3.5% del PIB nacional y el 19.8% del PIB manufacturero (INEGI-AMIA, 2016). A nivel mundial, la producción de vehículos en 2013 fue de 87.3 millones de unidades, siendo China el mayor productor, representando el 25%, con una producción de 22.1 millones de vehículos, seguido por Estados Unidos con el 12.7% (Forbes, 2014), México ocupa el octavo lugar en producción, tal como se observa en la Tabla 1.

La producción de vehículos en México es de importancia considerable, ya que de cada 100 unidades producidas en el mundo, 3 son ensambladas en el país (Huerta, 2014).

La firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) hace ya más de 20 años, permitió fortalecer a la industria automotriz en México, con un incremento en la producción de casi 3 veces. En el año 1994,

<sup>1</sup> Dr. Martín Aubert Hernández Calzada es Profesor – Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. martin\_hernandez@hotmail.com (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Itayesi Chávez López es alumna de la Licenciatura en Administración de la UAEH. itayesi\_cl17@hotmail.com

<sup>3</sup> Caren Garnica Flores es alumna de la Licenciatura en Administración de la UAEH. caren\_g\_f@hotmail.com

<sup>4</sup> Dr. Ricardo Contreras Soto es Profesor-Investigador de la Universidad de Guanajuato. riconsoto@hotmail.com

cuando entró en vigor el TLCAN, la producción era de 1 millón de autos y para el año 2014, México reportó un alza de 2.9 millones de unidades, superando en el primer semestre del mismo año la producción de vehículos en relación a Brasil (Carbajal, y Carbajal, 2014), lo que lo llevó a ocupar el octavo lugar en producción.

País	Vehículos (millones)	Porcentaje
China	22.11	25.33%
Estados Unidos	11.04	12.65%
Japón	9.6	11.00%
Alemania	5.7	6.53%
Corea del Sur	4.5	5.15%
India	3.8	4.35%
Brasil	3.7	4.24%
<b>México</b>	<b>3.0</b>	<b>3.44%</b>
Tailandia	2.5	2.86%
Canadá	2.3	2.63%
Otros países	19.05	21.82%
<b>Total</b>	<b>87.3</b>	<b>100%</b>

Tabla 1. Producción de unidades en el año 2013  
Fuente: Forbes (2014)

El país alberga a las principales armadoras de vehículos, como General Motors, Ford, Chrysler, Volkswagen, Nissan, Daimler, Honda, BMW, Toyota, Mazda, Volvo y Mercedes-Benz (Forbes, 2014). Volkswagen y Toyota concentran la tercera parte de las ventas como se observa en la Tabla 2.

	País de origen	Ventas (mdd)	%	Valor mercado (mdd)	%
Volkswagen	Alemania	254.0	16%	94.0	12%
Toyota	Japón	224.5	14%	167.2	22%
General	EU	152.3	10%	38.0	5%
Daimler	Alemania	150.8	10%	64.1	8%
Ford	EU	134.3	8%	51.8	7%
Nissan	Japón	113.7	7%	43.4	6%
BMW	Alemania	98.8	6%	56.7	7%
Honda	Japón	96.0	6%	72.4	10%
Hyundai	Corea del Sur	75.0	5%	41.5	5%
SAIC	China	75,000	5%	26.7	4%
Renault	Francia	54,400	3%	20.3	3%
Volvo	Suecia	46,700	3%	31.9	4%
Kia	Corea del Sur	42,000	3%	19.8	3%
Tata	India	32,600	2%	15.9	2%
Suzuki	Japón	30,300	2%	13.3	2%

Tabla 2. Venta de vehículos al año 2013  
Fuente: Forbes (2014)

Gracias a que el país cuenta con una red comercial con más de 40 países, ocupa el sexto lugar en exportación (Forbes, 2013). Aproximadamente el 80% de los vehículos ligeros fabricados son exportados (Forbes, 2014), siendo Estados Unidos el principal destino, representando el 68%, seguido por Canadá (8%), Brasil (5.7%), Alemania (4.9%), Argentina (2.5%), Colombia (2%), China (1.7%), Chile (0.7%), Italia (0.5%) y Rusia (0.4%), mientras que 5.6% envía a diversos países (Forbes, 2014).

En los últimos años, México se ha convertido en un país atractivo para la inversión extranjera directa, derivado de su localización geográfica, la mano de obra calificada y competitiva y el acceso preferencial a otros mercados (SE, 2012). El crecimiento de la industria automotriz en el país representa uno de los principales motores de la economía nacional y se ha colocado por encima de las divisas generadas por el petróleo, turismo y remesas, llegando

a ser considerado como la China Occidental (Covarrubias, 2014) derivado de la instalación de armadoras. Sin embargo, Covarrubias (2014) reconoce que si bien la industria automotriz en México se encuentra en un crecimiento explosivo, por la generación de inversión y empleos, advierte también sobre los costos de contaminación, económicos, sociales y laborales.

### Clasificación de la industria automotriz

La industria automotriz se divide en el sector terminal y el sector de autopartes. A su vez, el sector terminal se clasifica en vehículos ligeros y vehículos pesados. Las actividades que se realizan en la producción de vehículos comerciales incluyen el ensamble, estampado y carrocería

En el país se producen más de 48 modelos de automóviles y camiones ligeros (SE, 2012), y existe un total de 18 plantas armadoras de las marcas General Motors, Mazda, Nissan, Ford, Chrysler, Volkswagen, Toyota y Honda, distribuidas en los diferentes estados de la República Mexicana, concentrándose sobre todo en el centro y norte del país.

La industria automotriz ha potencializado la tecnología en el país. Las empresas fabricantes de vehículos ligeros han establecido 7 centros de diseño e ingeniería de OEMS, distribuidos en el país (ver Tabla 3), los cuales han contribuido a fortalecer las capacidades existentes en el sector automotriz (SDE, 2012).

Centro	Ubicación	Origen de recursos
Delphi	Chihuahua	Privado
Volkswagen	Puebla	Privado
Ford	Sonora, Estado de México	Privado
Nissan	Mexicalli	Privado
Toyota	San Luis Potosí	Privado
CENAM	Querétaro	Público
CEDIAM (Centro de Desarrollo de la Industria Automotriz en México)	Querétaro, Aguascalientes, Sonora, Estado de México	Académico
CIATEQ	Querétaro, Aguascalientes, San Luis Potosí, Hidalgo, Tabasco, Veracruz, Edo. de México	Público
Pegaso	Estado de México	Privado
CESVI México (Centro de Experimentación y Seguridad Vial)	Estado de México	Privado
	Jalisco	Privado
General Motors	Michoacán	Privado
FUMEC	Distrito Federal	Sector mixto
Chrysler	Distrito Federal	Privado
Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT)	Distrito Federal (UNAM)	Académico
Instituto Mexicano del Petróleo	Distrito Federal	Público
Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV)	Chihuahua	Público

Tabla 3. Distribución de centros de ingeniería y diseño  
Fuente: A partir de SDE (2012)

Por su parte, el sector de vehículos pesados, en el año 2014 reportó una producción total de 168,882 unidades, representando un crecimiento del 23.5%, exportando una cifra mayor a 124 mil vehículos pesados (ANPACT, 2014). Las 13 armadoras de vehículos pesados que tienen como sede al país se encuentran distribuidas en el norte y centro del país (Tabla 4).

### Cadena de suministro de la industria automotriz

La cadena productiva de la industria automotriz es compleja, se considera que un automóvil tiene entre 70,000 y 90,000 piezas, mismas que son abastecidas en dicha cadena de suministro. Está conformada por un total de 44 ramas, destacando la de fabricación de textiles, acero, accesorios de plástico y químicos (SDE, 2012).

Como se observa en la Tabla 5, en México existen 3 niveles de proveedores (Medina Ramírez, 2013), que se conocen como TIER, localizados prioritariamente en el norte y la región centro del país.

Empresa	Ubicación	Productos
Mercedes	Saltillo, Coahuila	Chassies, camiones, autobuses foráneos, tractocamiones
Benz y Freightliner	García, Nuevo León	Chassies, camiones, autobuses foráneos, tractocamiones
	Santiago Tianguistenco, Edo. México	Chassies, camiones, autobuses foráneos, tractocamiones
Cummins	San Luis Potosí, SLP	Motores
International	Escobedo, N.L.	Chassies, camiones, tractocamiones
Volkswagen	Puebla, Puaa	Chasis y camiones clase 5
Scania	Tultitlán	Autobuses foráneos, camiones y tractocamiones
Dina	Cd. Shagún, Hgo	Chasis y Camiones
Isuzu	San Martín Tepetlixtan	Chasis y Camiones clase 4 y 5
Volvo	Querétaro, Qro	Chassies, camiones, autobuses foráneos, tractocamiones
Hino	Silao, Gjto	Camiones clase 4, 6 y 8
Kenworth	Mexicali, BCN	Camiones, tractocamiones
Man	Querétaro, Qro	Camiones, autobuses foráneos, tractocamiones

Tabla 4. Distribución de plantas de vehículos pesados  
Fuente: Elaboración propia con base en SE (2012)

TIER	Objetivo	Localización nacional	Cober-tura	Tipo de industria
1	Diseñar, integrar, subensamblar y entregar sistemas de módulos (dirección, aire acondicionado, etc.)	Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Edo de México, Querétaro, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí	80%	Proveedores directos de fabricantes de equipos originales
2	Producir y diseñar sistemas estandarizados a nivel mundial, para diferentes plataformas	Querétaro, México, Guanajuato Jalisco, Ciudad de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Aguascalientes y San Luis Potosí	30%	Proveedores de las Tier 1 sin necesidad de suministrar directamente a las OEM
3	Producir componentes para un tipo de vehículo en específico			Proveedor de las Tier 1 y 2, suelen proporcionar materia prima

Tabla 5. TIERS en México  
Fuente: PROMEXICO (2012)

La división de trabajo, a través de los Tier, ha provocado que los productores de autopartes produzcan 80% del automóvil (Medina Ramírez, 2013). La producción de autopartes en nuestro país, se divide en 4 regiones y se especializan en diversos productos de acuerdo a su especialización, Noroeste (Aire acondicionado, calefacción, interiores, accesorios y sistemas electrónicos), Noreste (Aire acondicionado, sistemas automotrices, partes plásticas, partes para el sistema eléctrico y motor), Centro Bajío (Componentes eléctricos, frenos, productos de hule, partes para motor, transmisión para automóviles) y Centro (Asientos, aire acondicionado, gatos hidráulicos, partes de motor, componentes de interiores y estampados).

La industria de autopartes en nuestro país se destaca por ser una industria sólida, compuesta por aproximadamente más de 1,100 unidades económicas, donde el 34.5% son de proveeduría de primer nivel (SE, 2012). La tercera parte son de capital nacional y el resto provienen de países como Estados Unidos (26%), Japón (31%), Alemania (23%), Francia (7%) y el resto a otros países (Proméxico, 2013). Cabe destacar que de las 100 empresas de autopartes más importantes en el mundo, 84 están establecidas en México (Medina Ramírez, 2013).

Uno de los aspectos más importantes a considerar, es lo citado por la Secretaría de Economía, advirtiendo que la industria automotriz ha dejado de ser una industria de maquila, generado una derrama importante de capacidades tecnológicas (SE, 2012).

Las tendencias globales de la IA se dirigen a nuevos materiales, nuevas tecnologías en materia energética, combustibles alternativos y conectividad, así como la producción de vehículos más pequeños, eficientes y amigables con el ambiente (SDE, 2012).

La acumulación de capacidades en la industria automotriz es distinta en cada rama, las dedicadas a la fabricación de sistemas eléctricos y de tren motriz son las más desarrolladas en términos de infraestructura, capacidades de capital humano y desarrollo tecnológico (INA,2014).

La industria de autopartes en nuestro país se destaca por ser una industria sólida, compuesta por aproximadamente más de 1,100 unidades económicas, donde el 34.5% son de proveeduría de primer nivel (SE, 2012). La tercera parte son de capital nacional y el resto provienen de países como Estados Unidos (26%), Japón (31%), Alemania (23%), Francia (7%) y el resto a otros países (Proméxico, 2013). Cabe destacar que de las 100 empresas de autopartes más importantes en el mundo, 84 están establecidas en México (Medina Ramírez, 2013).

Uno de los aspectos más importantes a considerar, es lo citado por la Secretaría de Economía, advirtiendo que la industria automotriz ha dejado de ser una industria de maquila, generado una derrama importante de capacidades tecnológicas (SE, 2012).

Las tendencias globales de la IA se dirigen a nuevos materiales, nuevas tecnologías en materia energética, combustibles alternativos y conectividad, así como la producción de vehículos más pequeños, eficientes y amigables con el ambiente (SDE, 2012).

La acumulación de capacidades en la industria automotriz es distinta en cada rama, las dedicadas a la fabricación de sistemas eléctricos y de tren motriz son las más desarrolladas en términos de infraestructura, capacidades de capital humano y desarrollo tecnológico (INA,2014).

### **Capacidades del capital humano**

Una de las fortalezas de la IA es el capital humano, la fuerza laboral de las OEM y Tier 1 se caracteriza porque en promedio el 70% tiene educación superior a nivel licenciatura y dedican un mayor número de personas a actividades de I&D, en cuanto a las IES y los CI relacionadas con la IA en promedio el 65% cuenta con posgrado dedicando entre el 30% y el 40% de su tiempo en investigación a la IA, a lo largo de los diferentes temas de IA.

Así también el nivel de experiencia es importante en virtud de que poco más de la mitad de los trabajadores cuentan entre 6 y 15 años de experiencia. Actualmente en México las IES ofertan cerca de 139 programas académicos especializados en la IA a nivel licenciatura y posgrado

Las actividades de I&D básicamente se orientan al diseño para manufactura, seguido del diseño virtual, sólo una tercera parte de la I&D se orienta al diseño de innovación de nueva tecnología, cabe destacar el bajo de productos/procesos innovadores, así como en patentes.

#### *Infraestructura*

En el país se encuentran poco más de 360 organizaciones orientadas a la I&D, concentrados en 5 zonas geográficas donde se concentran los clusters automotrices, los cuales son laboratorios de pruebas, centros de diseño y centros de pruebas vehiculares. En los últimos años el número de estas organizaciones ha crecido sin embargo sigue siendo y desafío el nivel de certificación principalmente de los laboratorios.

#### *Proyectos*

Aunque el sector cuenta con un importante número de proyectos en red y apoyados por el gobierno vinculados a la academia y a la industria, menos del 25% se orienta se enfoca en la innovación por lo que su impacto en el desarrollo de las capacidades tecnológicas son limitadas, en este sentido en la IA todavía hay tarea pendiente

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

La industria automotriz en México deberá seguir consolidándose a través de todos los involucrados en su cadena productiva, para garantizar los niveles en los que se ha mantenido en los últimos años.

México ocupó en el ranking de producción internacional del periodo 2011 al 2013, el octavo lugar, escalando al séptimo peldaño en 2014, siendo superado únicamente por China, Estados Unidos, Japón, Alemania, Corea del Sur y la India (PROMEXICO, 2014a). Respecto a la producción de autopartes durante el periodo comprendido entre 2011 y 2014, México ha ocupado el sexto lugar de producción, únicamente superado por China, Japón, Estados Unidos, Alemania y Corea del Sur, exceptuando el año de 2013 en el que ocupamos el quinto lugar en el ranking al superar a Corea del Sur (PROMEXICO, 2014b).

#### *Conclusiones*

La industria automotriz deberá dirigir sus esfuerzos hacia el cumplimiento de las nuevas tendencias globales, innovando materiales e insumos amigables con el ambiente, lo cual demandará el desarrollo de capacidades tecnológicas avanzadas.

De acuerdo al Programa Nacional Estratégico de la Industria Automotriz, mismo que integra las políticas y estrategias que en un futuro impulsarán a esta industria, México deberá convertirse en uno de los tres lugares preferidos a nivel mundial para el diseño y manufactura de vehículos partes y componentes (SE, 2012b)

#### *Recomendaciones*

Es importante continuar investigando sobre los factores de éxito de esta industria, analizando sus ventajas competitivas, además de profundizar en el estudio de las capacidades tecnológicas originadas en las empresas involucradas en la cadena de suministro para garantizar la permanencia y desarrollo de esta industria dentro de los mercados nacionales e internacionales.

### **Referencias**

- AMIA. Plantas armadoras, 2016, consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de internet: <http://www.amia.com.mx/ubicacion.html>
- ANPACT. En 2014 México tendrá histórica producción de vehículos pesados, 30 de julio de 2014, consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de Internet: <http://anpact.com.mx/blog/en-2014-mexico-tendra-historica-produccion-de-vehiculos-pesados/>
- Carbajal Suárez, M. y Carbajal, Y. El sector automotriz en el mundo y en México. Una revisión a los datos de producción y ventas, 2013-junio de 2014. *Economía Actual*, Vol. 7 No. 3, 20-25, 2014
- Covarrubias, A. Explosión de la Industria Automotriz en México: De sus encadenamientos actuales a su potencial transformador. México: Feidrich Ebert Stiftung, 2014
- Forbes. Las 15 automotrices más importantes del mundo, 13 de octubre de 2013, consultada por Internet el 29 de julio del 2016..Dirección de internet: <http://www.forbes.com.mx/las-15-automotrices-mas-importantes-del-mundo/>
- Forbes. Los 10 países con mayor producción de autos en el mundo, 30 de mayo de 2014),consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de Internet: <http://www.forbes.com.mx/los-10-paises-con-mayor-produccion-de-autos-en-el-mundo/>
- INA. Inventario de capacidades nacionales para el desarrollo tecnológico automotriz, 2014,consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de internet: [http://www.ina.com.mx/documentos/estudios\\_economicos/inventario/inventario\\_capacidades.pdf](http://www.ina.com.mx/documentos/estudios_economicos/inventario/inventario_capacidades.pdf)
- INEGI-AMIA. Estadísticas a propósito de la industria automotriz. México: INEGI, 2016.
- Medina Ramírez, S. (2013). La industria de autopartes. Comercio Exterior, Vol. 63 No.3, 2-5, 2013.
- OICA. Production statistics, 2014, consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de internet: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- OICA. Production statistics, 2016, consultada por Internet el 29 de julio del 2016.Dirección de internet: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- Huerta, J. Industria automotriz extranjera aumenta inversión en Hidalgo. *El Universal Hidalgo*, 10 de noviembre de 2014.
- PROMEXICO. Industria de autopartes., 2012. México: Unidad de Inteligencia de Negocios Secretaría de Economía.
- PROMEXICO.. Industria automotriz terminal, 2013. México: Unidad de Inteligencia de Negocios Secretaría de Economía.
- PROMEXICO. FICHA SECTORIAL AUTOPARTES, 2014a, consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de Internet: [http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Automotriz/150707\\_FC\\_Autopartes\\_ES.pdf](http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Automotriz/150707_FC_Autopartes_ES.pdf)
- PROMEXICO. Sector Automotriz Terminal, 2014, consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de internet: [http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Automotriz/150601\\_FC\\_Automotriz\\_Terminal\\_ES.pdf](http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Automotriz/150601_FC_Automotriz_Terminal_ES.pdf)
- SDE. Industria automotriz y de autopartes del estado de San Luis Potosí-2012. México: Secretaría de Desarrollo Económico.
- SE. Industria Automotriz. Monografía. Dirección General de Industrias Pesadas y de Alta Tecnología, 2012ª, consultada por Internet el 29 de julio del 2016.Dirección de internet: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/Monografia\\_Industria\\_Automotriz\\_MARZO](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Monografia_Industria_Automotriz_MARZO)
- SE. Programa estratégico de la Industria Automotriz 2012-2020, 2012b, consultada por Internet el 29 de julio del 2016. Dirección de internet: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/peia\\_ok.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/peia_ok.pdf)

# MARKETING ESTRATÉGICO: APLICACIÓN EN EL MUSEO EL REHILETE

Samantha Hernández Carbajal<sup>1</sup>, Rosa Nayeli Larumbe Flores<sup>2</sup>,  
L.A. Patricia Díaz García<sup>3</sup>, M. en D.C. Elisa Monterrubio Cabrera.<sup>4</sup>

## Resumen

**El Museo el Rehilete ha permanecido durante casi 20 años como una opción lúdica de divulgación de ciencia y tecnología entre niños y jóvenes de la ciudad de Pachuca y de municipios conurbanos, al ser una institución subsidiada por Gobierno del Estado cada sexenio cambia de estructura y por tanto la línea con la que fue concebido es modificado de acuerdo a la nueva visión de cada administración, en los últimos 3 años la afluencia de visitas a disminuido de forma considerable, la hipótesis de la investigación expone la implementación de estrategias de marketing estratégico que permitan dos cosas: el establecimiento de la ventaja competitiva y el incremento de visitantes a las instalaciones. En la actualidad, niños y jóvenes requieren de espacios educativos dinámicos, vibrantes e interesantes que les permitan entender de forma fácil y divertida lo que es la ciencia fomentando en ellos la curiosidad y el entusiasmo de seguir aprendiendo**

**Palabras clave—Marketing estratégico, atracción, posicionamiento, ventaja competitiva**

## Introducción

En la actualidad, para que las organizaciones de todos los sectores puedan competir en un mercado tan globalizado, deben contar con ciertos recursos que los distingan y los posicionen en rangos competitivos frente a empresas que se dediquen a la misma actividad. Entre las herramientas que necesitan se encuentran un plan de marketing, que sea promotor estratégico en su segmento de mercado potencial.

El marketing estratégico se puede considerar como una técnica que busca conocer las necesidades actuales y futuras de nuestros clientes, localizar nuevos nichos de mercado, identificar segmentos de mercado potenciales, orientar a la empresa en busca de esas oportunidades y diseñar un plan de actuación u hoja de ruta que consiga los objetivos buscados.

Esta investigación permitió el conocimiento de las necesidades del Museo Interactivo “El Rehilete” en cuanto marketing estratégico, la atracción y el posicionamiento como una opción lúdica para el segmento identificado.

## Antecedentes

Los museos de tercera generación surgen en el año de 1987 tienen por características: la participación activa del público; tocar, combina el pasado con el presente, hacen énfasis en conceptos científicos, históricos y arte, así como en programas educativos, realizando las actividades de experimentar, escuchar, preguntar, observar y leer. En las últimas tres décadas se ha registrado en el ámbito mundial un explosivo fenómeno de proliferación de Centros Interactivos de Ciencias, éstos parecen ir consolidando un importante y espectacular recurso social para la difusión, la divulgación y el aprendizaje no formal de la ciencia y la tecnología. En nuestro país, el surgimiento de museos interactivos y centros de ciencia es un fenómeno que lleva un poco más de 25 años.

El Museo Interactivo “El Rehilete” abrió sus puertas al público el 28 de febrero de 1997, como resultado de un proyecto desarrollado por el Gobierno del Estado de Hidalgo, para propiciar en la niñez y la juventud una nueva concepción de la vida, en relación con el entorno y fomentar la actitud reflexiva y el espíritu creativo e investigador en las personas, a través de la exhibición, la recreación y la divulgación científica de los fenómenos naturales, este espacio representa el fortalecimiento a la educación de los niños hidalguenses más allá de la perspectiva escolar.

---

<sup>1</sup>Hernández Carbajal Samantha es actualmente alumna de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Pachuca. [samkdsmv@gmail.com](mailto:samkdsmv@gmail.com)

<sup>2</sup> Larumbe Flores Rosa Nayeli [rosanayelif@gmail.com](mailto:rosanayelif@gmail.com) es actualmente alumna de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Pachuca

<sup>3</sup> La Licenciada Patricia Díaz García es docente del departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Pachuca [patricia\\_g\\_d@itpachuca.edu.mx](mailto:patricia_g_d@itpachuca.edu.mx)

<sup>4</sup> La Mtra. Elisa Monterrubio Cabrera es docente del departamento de Ciencias Económico- Administrativas del Instituto Tecnológico de Pachuca [elisamonterrubio@itpachuca.edu.mx](mailto:elisamonterrubio@itpachuca.edu.mx)



Su target está constituido principalmente por estudiantes de nivel educativo básico (preescolar, primaria y secundaria), resulta fundamental que el museo ofrezca opciones atractivas, novedosas y adecuadas para este sector de la población. Por otra parte, no debemos olvidar que como cualquier institución prestadora de servicios estos no sólo se consolidan sino que también han de ser dinámicos a fin de adaptarse a nuevas necesidades, mantenerse vigentes y dar respuesta cabal a los grandes desafíos que el entorno impone.

El edificio del Museo Interactivo “El Rehilete”, fue proyectado diseñado y desarrollado de acuerdo a requerimientos específicos para ser un museo interactivo, por lo que sus instalaciones resultan altamente funcionales. El edificio principal es de forma poligonal con 24 caras y 4 niveles a los cuales acceden mediante rampas, estos niveles tienen una clasificación similar a una mina, industria característica de Pachuca. Conforme se ingresa al museo el visitante se asciende a los niveles 120, 240, 360 y 480 como en el caso de una mina, pero en donde en lugar de bajar subimos.

Desde su creación hasta el 2005 se tuvo una afluencia de visitantes de 1 millón cien mil y en el último sexenio el museo fue visitado por 931 mil 882 personas gracias al apoyo para la realización de proyectos a gran escala que han permitido diversificar las opciones de servicios al visitante.

### Marco Teórico

La década de 1960 marca la llegada del consumidor como el actor principal en el intercambio comercial. La mejor satisfacción de las necesidades y los deseos de los consumidores ante los competidores en los diferentes segmentos de mercado es la fórmula que las empresas utilizan para alcanzar el éxito. La era del marketing da inicio a un enfoque global del intercambio comercial, que se complementa con la era del marketing social: se acentúa el aspecto de la satisfacción global del consumidor. Este nuevo enfoque u objetivo la satisfacción del consumidor ha dado lugar a encaminadas discusiones entre diferentes públicos con respecto a la proliferación de productos inútiles, el despilfarro de recursos no renovables en su producción, la manipulación de los deseos y las necesidades de los consumidores, mientras que algunos otros la consideran como una simple actividad para la subsistencia. (Garnica y Maubert, 2009, pág.7).

Las diez características que definen al nuevo Marketing. (Kotler, 2013, pág. 37).

1. Reconocer el creciente poder del cliente;
2. Desarrollar una oferta enfocada al mercado meta;
3. Diseñar el marketing del cliente desde atrás;
4. Enfocarse a entregar resultados, no productos;
5. Atraer al cliente para crear valor conjuntamente;
6. Usar nuevas formas de llegar al cliente con un mensaje;
7. Desarrollar sistemas de evaluación y medición del retorno de la inversión;
8. Desarrollar marketing de alta tecnología;
9. Enfocarse en edificar activos para el largo plazo, y
10. Contemplar en forma holística para recuperar influencia en la empresa.

#### *El Marketing Estratégico*

El marketing estratégico se apoya en el análisis de las necesidades de los individuos y de las organizaciones. Desde el punto del marketing lo que el comprador busca no es el producto como tal sino el servicio que el producto es susceptible de ofrecer, este servicio puede ser obtenido por diferentes tecnologías las cuales están a su vez, en un continuo cambio. La función del marketing estratégico es seguir la evolución del mercado de referencia e identificar los diferentes productos, mercados y segmentos actuales o sobre la base de un análisis de la diversidad de necesidades y funciones a encontrar. Los mercados identificados representan una oportunidad económica cuyo atractivo es preciso evaluar. Una empresa competitiva es aquella que tenga la capacidad de hallar mejor que sus competidores la demanda de los compradores, es decir detente cualidades distintivas que la diferencia de sus rivales.

La función del marketing estratégico es orientar a la empresa hacia las oportunidades económicas atractivas para ella es decir adaptadas a sus recursos y a su saber-hacer y que ofrecen un potencial atrayente de crecimiento y de rentabilidad. La gestión de marketing se sitúa en un medio-largo plazo; su objeto es precisar la misión de la empresa, definir sus objetivos, elaborar una estrategia de desarrollo y velar por mantener una estructura equilibrada de la cartera de productos y/o servicios Lambin (1987).

### *Identificación de la ventaja competitiva.*

El primer paso a emprender en la elaboración de una estrategia de desarrollo es precisar la naturaleza de la ventaja competitiva definible (VCD) que servirá de punto de apoyo a las acciones estrategias y tácticas posteriores. La ventaja competitiva se define por dos dimensiones: una dimensión productiva (la ventaja en términos de coste), y una dimensión poder de mercado (la ventaja en términos de venta máximo aceptable). La cuestión es identificar que ventaja competitiva debe ser privilegiada, teniendo en cuenta las características de la empresa, sus fortalezas y debilidades, así como de sus competidores. Identificar la VCD implica la respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son los factores claves de éxito en el producto-mercado considerado?
- ¿Cuáles son los puntos fuertes y débiles de la empresa en relación a esos factores claves?
- ¿Cuáles son los puntos fuertes y débiles del o de los competidores más peligrosos en relación a estos mismos factores claves?

Con base en esta información la empresa puede:

- A) Evaluar la naturaleza de la ventaja en relación al que este mejor situada
- B) Decidir crearse una ventaja competitiva en un área específica; o finalmente;
- C) Intentar neutralizar la ventaja competitiva detectada en la competencia.

Porter (1982) considera que existen tres grandes estrategias básicas posibles frente a la competencia:

**A)** La estrategia de liderazgo en Costes (Cost Leadership) el principal motor en la estrategia de liderazgo de costos es la curva de experiencia, según la cual el costo unitario de producción disminuye con el número acumulado de unidades producidas. Esta ventaja se considera de carácter sostenible, puesto que no es fácil de imitar por los seguidores mientras no cambie la tecnología de producción.

**B)** Las estrategias de diferenciación tienen por objetivo el dar al producto cualidades distintivas importantes para el comprador y que le diferencien de las ofertas de los competidores. La empresa tiende, pues, a crear una situación de competencia monopolista donde detente un poder de mercado, debido al elemento distintivo. Se ha visto que la diferenciación puede tomar diferentes formas: una imagen de marca, un avance tecnológico reconocido, la apariencia exterior, el servicio postventa.

Así una diferenciación acertada permite obtener beneficios superiores a los competidores debido al precio más elevado que el mercado está dispuesto a aceptar, y a pesar de los costes generalmente más elevados que son necesarios para asegurar las cualidades distintivas. Este tipo de estrategia no es siempre compatible con un objetivo de participación elevada en el mercado, la mayoría de los compradores no están necesariamente dispuestos a pagar el precio elevado, aun reconociendo la superioridad del producto.

Las estrategias de diferenciación implican generalmente inversiones importantes en el marketing operacional, particularmente en gastos publicitarios, cuyo objetivo es dar a conocer al mercado las cualidades distintivas reivindicadas por la empresa.

**C)** La tercera estrategia básica es la de especialización que se concentra en las necesidades de un segmento o de un grupo particular de compradores sin pretender dirigirse al mercado entero. El objetivo es asignarse un target y satisfacer las necesidades propias de este segmento mejor que los competidores los cuales se dirigen a la totalidad del mercado. Esta estrategia implica por consiguiente una diferenciación, liderazgo en costes, o bien las dos, pero únicamente respecto al target elegido. Una estrategia de concentración permite obtener cuotas de mercado altas dentro del segmento al que se dirige pero que son necesariamente débiles en relación al mercado global Lambin (1987)

### **Metodología**

La investigación realizada es de tipo documental dado que recupera datos y antecedentes importantes que son orientados a los objetivos de la investigación lo es también explorativa, descriptiva e interpretativa, es de tipo experimental dado que se aplican variables y factores que se encuentran relacionadas en las estrategias del marketing estratégico.

El diseño de la investigación sobre el marketing estratégico para el Museo Interactivo “El Rehilete” es de índole documental, ya que se apoya en la búsqueda, análisis e interpretación de datos es de campo al recolectar datos directamente sin manipularlos.

Los métodos de estudio que se pueden distinguir son: El método de observación y el inductivo en obtener conclusiones generales, el deductivo para obtener las conclusiones y la abstracción de datos empíricos, el método

comparativo para establecer similitudes o diferencias entre la información y método hipotético-deductivo a través de observaciones realizadas en el Museo Interactivo “El Rehilete” planteado un problema y con una hipótesis deductiva intenta validar una hipótesis empírica.

### Resultados

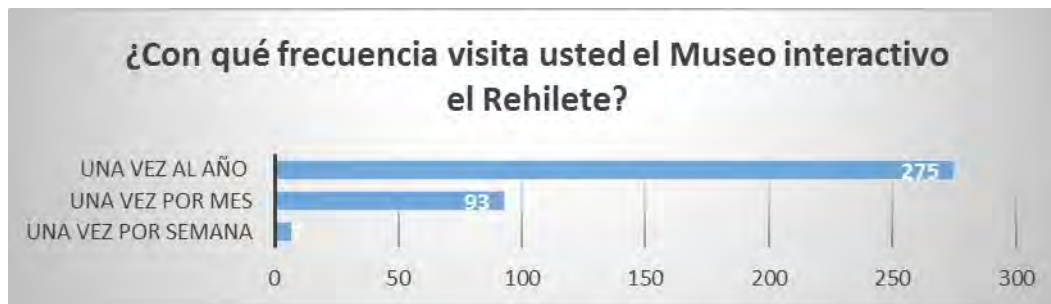
A pesar de los esfuerzos del Museo interactivo el Rehilete de posicionarse como la mejor opción de museos en el estado de Hidalgo, este lugar le pertenece al Museo de Fotografía ubicado en la ciudad de Pachuca, ya que el 47.7% de las personas encuestadas los prefirieron por encima del 13.1% que obtuvo el Museo Interactivo el Rehilete



El 12.5% de las personas entrevistadas consideran que el costo de la entrada al museo es baratos en comparación con otras organizaciones del mismo giro, mientras que un 28.3% piensan que sus precios son caros y sólo un 59.2% lo ven como razonable.



En la frecuencia de asistencia al Museo interactivo el Rehilete se obtuvieron los siguientes resultados: el 73.3% de los encuestados realiza solo una visita año, mientras que un 24.8% lo frecuenta una vez por mes y solo un 1.9% una vez a la semana.



El 73.06% de las personas que visitaron el museo durante la aplicación de la encuesta, mencionó que el medio por el cual se enteraron de la existencia y los servicios que presta el museo fue mediante redes sociales y la página de internet del Gobierno Estatal. El 23% por medio de recomendaciones de visitantes anteriores, el 3.2% a través de medios impresos, especialmente folletos turísticos, mientras que sólo el .53% menciona haber visto o escuchado información del museo en radio o televisión



### Propuestas

Con la recolección de información y al analizar sus efectos se concluyó que el marketing estratégico es una oportunidad que ayudara a posicionar al Museo Interactivo “El Rehilete” en el Estado y en consecuencia a incrementar la afluencia de visitantes y crecer como una empresa que divulga y difunde la ciencia y el arte otorgado a la sociedad, así como tener una mayor participación en el mercado del entretenimiento con las siguientes estrategias:

- Un rediseño del museo, aumentando un gama de colores más atractivo, un logo de rehilete que conmemore el nombre que sea mucho más grande y que promueva el reciclaje.
- Crear una visita virtual, promoviendo las instalaciones museo y así mismo crear un impacto tecnológico que motorice a la curiosidad de niños y adultos.
- Mayor tecnología al observatorio y a los juegos interactivos que ayudan a los visitantes al conocimiento pero al mismo tiempo a la diversión.
- Colocación de ares interactivas donde los visitantes puedan usar el método de tocar y aprender.
- Un área renovada de burbujas con más actividades para realizar ahí dentro, donde los niños y adultos se diviertan con la variedad de cosas por hacer.
- Una exposición más atractiva sobre ciencia y tecnología, experimentando en momento real.
- Una sala creativa para colorear o crear figuras de barro, yeso o material reciclable.
- Un área recreativa para bebes donde puedan desarrollar diversas actividades.
- Una sala IMAX donde se proyecten diversos tipos de documentales para todas las edades.
- Difusión en radios, revistas, televisión y por internet del museo, a manera que los visitantes cuenten experiencias que alientes a posibles clientes.
- Mayores promociones a los clientes distinguidos o que atraigan a nuevos visitantes.
- Funciones de teatro o funciones en el observatorio más enfocadas a la diversión oportuna del conocimiento.
- Organización en actividades y eventos, para tener una gran participación de visitante, de manera que no se desperdicien recursos necesarios para la exposición o presentación.
- Capacitación a su personal de forma que conozcan la misma institución y su lugar de trabajo.
- El conocimiento y cursos de mejora continua, para el MUSEO EL REHILETE y al igual para los trabajadores.

### Comentarios finales.

El marketing estratégico, permite a organizaciones lucrativas o no como lo es el Museo interactivo “El Rehilete” diseñar estrategias que permitan la captación y retención del cliente al tiempo que posiciona a las organizaciones en la mente y preferencias del consumidor. El Museo interactivo “El Rehilete” deberá considerar que existen factores como son los medios de comunicación electrónica que le permitirán establecer una relación con sus usuarios potenciales.

### Conclusión

Con la información obtenida se establecieron estrategias que serán implementadas para incrementar el posicionamiento del Museo Interactivo “El Rehilete” frente a sus competidores del mismo giro de prestación del servicio de entretenimiento cultural y científico, además de permitir a la empresa realice un análisis de aprendizaje interno y externo brindando la oportunidad de mejorar su atención, atracción y retención de visitantes.

Con la implementación del marketing estratégico en las instalaciones del Museo Interactivo “El Rehilete” se obtendrá un efecto positivo en la difusión de sus atracciones ofertadas y una reestructuración de acondicionamiento en su infraestructura para mejorar su aspecto y causar una mayor satisfacción a los visitantes que asistan al museo al igual que implementar una mejora continua en la capacitación del personal.

### Referencias

- <sup>1</sup> Hernández Garnica, C., & Maubert Viveros, C. (2009). *Fundamentos de Marketing*. México: Pearson Educación.  
<sup>2</sup> Kotler, P., & Armstrong, G. (2013). *Fundamentos de Marketing* (Decimoprimer ed.). México: Pearson Educación.  
<sup>3</sup> Lambin, J.-J. (2009). *Dirección de marketing : gestión estratégica y operativa de mercado* (Segunda edición ed.). México: McGraw-Hill.  
<sup>4</sup> Porter, M. (2006). *Estrategia y ventaja competitiva*. México: CECSA.

### Linkcografía

- Cruz Rodríguez, M. Á. (11 de Diciembre de 2003). *Repositorio Institucional Abierto-UAEH*. Recuperado el 07 de Febrero de 2016, de Repositorio Institucional Abierto-UAEH:  
<http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10971/Desarrollo%20de%20mundos%20virtuales%203D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Joel, G. J. (2011-2016). *Sistema Integral de Información "SIIEH"*. Recuperado el 05 de Febrero de 2016, de Sistema Integral de Información "SIIEH": [http://siiih.hidalgo.gob.mx/Programas%20Sectoriales/files/programa\\_institucional\\_rehilete.pdf](http://siiih.hidalgo.gob.mx/Programas%20Sectoriales/files/programa_institucional_rehilete.pdf)
- Moroe, K. (2005). La planificación estratégica en los museos. *Revista de la Subdirección General de Museos Estatales*, 32-47. Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de [http://www.mcu.es/museos/docs/MC/MES/Rev1/s2\\_2Planificacion.pdf](http://www.mcu.es/museos/docs/MC/MES/Rev1/s2_2Planificacion.pdf)
- Periáñez Cañadillas, i. (13 de Enero de 2009). *Archivo Digital Docencia Investigación*. Recuperado el 30 de Enero de 2016, de Archivo Digital Docencia Investigación: [https://addiehu.ehu.es/bitstream/10810/7637/1/CdG\\_916.p](https://addiehu.ehu.es/bitstream/10810/7637/1/CdG_916.p)

# DETECCIÓN Y CONTEO DE AUTOMÓVILES MEDIANTE VISIÓN USANDO LA TÉCNICA BASADA EN LA DIFERENCIA DE CUADROS Y MOVIMIENTOS (BLOBS)

Jehiely Belem Hernández Castillo MCC<sup>1</sup>, MCC. Anamim Villarreal Wong<sup>2</sup>,  
Ing. Daniel Hernández Aguilar<sup>3</sup>, Ing. Cristina Zavala Palacios<sup>4</sup> y Lic. Ezequiel Cruz Wong<sup>5</sup>.

**Resumen**— En las calles principales de Tapachula, Chiapas, México existe tráfico vehicular, aumentando la contaminación del medio ambiente; por lo tanto, se considera importante que se cuente con un sistema inteligente que permita controlar de manera eficiente el flujo vehicular y peatonal. Para lograr esto primeramente se desarrolló un algoritmo óptimo que realiza la identificación y el conteo de los automóviles usando técnicas de visión basadas en la diferencia de cuadros y movimientos (blobs), eliminando la mayor parte de ruido de la imagen de entrada. De acuerdo a las pruebas realizadas, el algoritmo obtenido tiene una efectividad de 85 por ciento en la mañana, 75 por ciento en la tarde y 10 por cierto en la noche. La detección y conteo de los vehículos se realizó en base al área de los objetos, por lo que es factible que en trabajos futuros pueda ser parte de un semáforo inteligente.

**Palabras clave**—visión por computadora, conteo de automóviles, semáforos inteligentes, diferencia de cuadros, blobs.

## Introducción

En las grandes ciudades, el tránsito vehicular es un factor que determina buena parte de la vida cotidiana. De acuerdo a las condiciones de tránsito, una persona puede llegar tarde al trabajo o perder varias horas en sus desplazamientos. Los congestionamientos constituyen el problema de tránsito vehicular más visible. Esto ocurre cuando el tránsito no es fluido ya que la cantidad de vehículos es superior a la que puede acoger una calle. Al producirse una congestión, los coches no pueden circular con normalidad y deben reducir su velocidad.

Actualmente la ciudad de Tapachula, Chiapas cuenta con el problema de congestión vehicular y no tiene un sistema inteligente que permita detectar y contar vehículos. Por esta razón es importante implementar un sistema de procesamiento de imágenes que cumpla como requisito primordial controlar el flujo vehicular y peatonal de la ciudad. Por lo tanto, este proyecto tiene como objetivo establecer un algoritmo para detectar y contar vehículos en imágenes tomadas en uno de los puntos con más congestión vehicular de la ciudad, el cual en un futuro se podría implementar en semáforos inteligentes.

Una herramienta muy importante para el desarrollo de proyectos de automatización de análisis de escenas a través de secuencias de videos es la visión computacional (Shapiro L.G. Stockman, 2001). El objetivo de la visión computacional, es obtener las imágenes del mundo, realizar un proceso de identificación y reconocimiento, tomar las decisiones y acciones adecuadas a la situación particular que se presenta (Davies E.R., 2005). Existen cientos de algoritmos para el reconocimiento automático de objetivos (Automatic Target Recognition) para algún caso en particular, por ejemplo: la industria automotriz utiliza para el reconocimiento y ensamblado de piezas; en otras empresas se usa para la detección de placas de autos, seguimiento automático de objetos, recolección de frutos, conteo de bacterias, entre muchas otras aplicaciones.

En términos digitales una imagen es una función de intensidad bidimensional  $F(x,y)$ , donde “x” e “y” son las coordenadas espaciales y el valor de F es la intensidad o nivel de gris en cualquier punto (x, y) (Paguay Alba Raquel y Urgilés Ortiz Remigio, 2012). Las etapas del procesamiento digital de imágenes se ejecutan consecutivamente para obtener a partir de una imagen original otra imagen como resultado de dicho procesamiento, dichas etapas son digitalización, pre-procesamiento, segmentación, representación y descripción, reconocimiento e interpretación.

Una imagen se forma como una sucesión de píxeles, por consiguiente el procesamiento de imágenes se realiza mediante la alteración de dichos píxeles. Esta alteración se lleva a cabo aplicando operaciones de filtrado con la

<sup>1</sup> Jehiely Belem Hernández MCC es Profesora de Asignatura en el Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT), Tapachula, Chiapas. [hjehielybelem@gmail.com](mailto:hjehielybelem@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La MCC. Anamim Villarreal Wong es Profesora de Asignatura en el Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT), Tapachula, Chiapas. [chiapaneca\\_m@hotmail.com](mailto:chiapaneca_m@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Ing. Daniel Hernández Aguilar es egresado de la carrera de Ing. Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT), Tapachula, Chiapas. [danielwajou@gmail.com](mailto:danielwajou@gmail.com)

<sup>4</sup> La Ing. Cristina Zavala Palacios es egresada de la carrera de Ing. Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT), Tapachula, Chiapas. [cristinazavalapalacios@gmail.com](mailto:cristinazavalapalacios@gmail.com)

<sup>5</sup> El Lic. Ezequiel Cruz Wong es Profesor de Asignatura en el Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT), Tapachula, Chiapas. [ezequiel.cruz.wong@gmail.com](mailto:ezequiel.cruz.wong@gmail.com)

finalidad de optimizar la imagen, conseguir un efecto especial en la misma, o enfatizar cierta información. Obteniendo como resultado el suavizado de la imagen, la eliminación del ruido, el realce de bordes, o la detección de bordes, entre otros (Paguay Alba Raquel y Urgilés Ortiz Remigio, 2012).

Un frame es una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación o video (Aristizabal Gómez Héctor Iván, 2013). La diferenciación de frames en una secuencia de imágenes, es una de las técnicas más utilizadas en el desarrollo de algoritmos de tratamiento de imágenes de tránsito vehicular. La diferenciación de frames, como su nombre lo indica, consiste en restar dos frames capturados en tiempos diferentes, para detectar regiones en movimiento (Leal M. Nallig, Leal M. Esmeide y Branch JohnWillian, 2010).

Los métodos de segmentación realizan la partición de una imagen en blobs o regiones homogéneas con respecto a características definidas tales como: la forma, el color, el brillo, la textura, el movimiento, entre otras. Un blob (Binary Large Object) no es más que un conjunto conectado y amorfo de píxeles de una imagen cuya intensidad es superior a un umbral y que están unidos entre sí. A partir de él es posible calcular una serie de características de gran utilidad a la hora del procesamiento y posterior detección de los objetos de una imagen (Jiménez González Adrián, s.f.). El módulo de caja englobante se encarga de encerrar a los blobs encontrados para hacer posible la adquisición de datos de entrada necesarios para los componentes de extracción de características básicas y predicción de estados futuros. Es importante mencionar que este módulo es el encargado de la obtención del centroide de cada blob (Faytong Real Jorge E. y Moggia Cucalón Giancarlo J., 2008).

Para crear la metodología propuesta se analizaron las ventajas y desventajas de algunos algoritmos ya existentes en la identificación de automóviles como lo resume el cuadro 1.

Algoritmo	Ventajas	Desventajas
Fernández Alcantarilla Pablo (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza imágenes en escala de grises para reducir costo computacional.</li> <li>Realiza resta de fondo para detectar movimiento.</li> <li>Aplica operaciones morfológicas para eliminación de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El algoritmo está desarrollado para funcionar en el día.</li> </ul>
Faytong Real Jorge E. y Moggia Cucalón Giancarlo J. (2008)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectúa la diferencia de cuadros.</li> <li>Encierra cada blob en su caja englobante.</li> <li>Elimina tareas que no cumplan con el objetivo.</li> <li>El conteo de vehículos lo realiza mediante el área de cada blob.</li> <li>El algoritmo muestra altos porcentajes de efectividad en diferentes horarios del día (mañana y tarde)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema no actúa de buena forma si se encuentra bajo condiciones de lluvia o tormenta de polvo.</li> <li>El algoritmo no funciona durante la noche.</li> </ul>
Paredes López Héctor (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subtrae el fondo.</li> <li>Etiqueta zonas de interés a partir de un umbral.</li> <li>Agrupar regiones etiquetadas para delimitar cada blob.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No especifica el valor del umbral.</li> <li>El algoritmo está desarrollado para trabajar en el día.</li> </ul>
Sánchez Rueda Fidencio (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolla la diferencia de fotogramas.</li> <li>Para propósitos de análisis sugiere utilizar una parte seleccionada de la imagen (región de interés).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El algoritmo solo funciona en el día.</li> </ul>

Cuadro 1. Análisis de algoritmos de identificación y conteo de automóviles.

### Descripción del Método

#### *Análisis de los Requerimientos*

El proyecto ha de cumplir con dos principales requisitos: detección de automóviles y conteo de los mismos. Los requerimientos funcionales del algoritmo son:

- Detecta vehículos a través de fotografías tomadas a la altura de un puente en la ciudad de Tapachula.

- Realiza el conteo mediante el área de los vehículos detectados.
- El sistema debe adaptarse a las condiciones climáticas, ofreciendo un margen de error mínimo

Los requerimientos no funcionales son:

- Robustez: La aplicación debe mantenerse en ejecución sin fallos de forma indefinida.
- Eficiencia: La cámara no debe estar en movimiento.
- Rapidez: La aplicación tarda en mostrar los resultados.

Para satisfacer dichos requerimientos el algoritmo fue programado en MatLab porque es un lenguaje de alto nivel apto para el desarrollo de algoritmos basados en visión por computadora brindando la opción de trabajar directamente en la ventana de comandos o a través de funciones con la extensión \*.m. Las imágenes fueron tomadas con una cámara de celular modelo Samsung A3 con la más baja resolución que es de 2.4 megapíxeles; se escogió trabajar con esta resolución para obtener menor costo computacional. Las imágenes se encuentran en formato .jpeg y cuyas dimensiones son de 1152 píxeles de ancho y 2048 píxeles de altura. La cámara debe estar fija y de manera vertical (toma cerrada), ya que si existe mucho movimiento los resultados cambian drásticamente, por lo tanto, la cámara fue colocada a la altura del puente del estacionamiento de Chedraui que es de 6.82 metros, la posición de la misma se localiza a 21.92 metros a la derecha y 13.50 metros a la izquierda.

#### *Diseño del Algoritmo*

El algoritmo propuesto se conforma de las siguientes etapas:

##### 1. Imagen fondo e imagen previa.

Se toma una imagen de fondo que es la imagen base (background) la cual se compara con la imagen de primer plano (foreground). En la imagen de fondo debe existir el menor ruido posible, es decir, no debe contener vehículos, personas u objetos que cambian constantemente. La imagen de primer plano es la que se toma posteriormente y en esta se encuentran los vehículos, personas y otros objetos, esta imagen ayuda a detectar el movimiento que hubo en ese lapso de tiempo. Es importante mencionar que las imágenes deben ser tomadas en lapsos de tiempos que no cambien drásticamente.

##### 2. Selección de la zona de interés.

La imagen de fondo y la de primer plano son recortadas para seleccionar el área de interés. El área de interés de una imagen consiste en seleccionar una parte de la misma para su posterior análisis. Determinar la zona de interés permite eliminar cierta parte de la imagen que no se necesita, pero, primordialmente beneficia a la detección de los vehículos. El área de interés que se estableció en el algoritmo es de:

- Coordenada x: 100
- Coordenada y: 700
- Ancho: 7000
- Largo: 5000

##### 3. Formato en escalas de grises.

Después de recortar las dos imágenes en formato RGB se procede a transformarlas a escala de grises. Para ello se usa la función de Matlab destinada para esta operación:  $\text{imagenGris} = \text{rgb2gray}(\text{imagenOriginal})$ .

##### 4. Diferencia de cuadros y movimiento.

Para separar el objeto del fondo, el método que se utiliza en esta metodología es la denominada resta de fondo. Restar el fondo permite detectar objetos en movimiento a partir de cámaras estáticas, además permite detectar rápidamente cuando ha surgido un evento y realizar estudios de movilidad de los objetos en escena. La fórmula queda de la siguiente manera:  $d(i; j) = \text{frame1}(i; j) - \text{frame2}(i; j)$ . El objetivo consiste en comparar cada uno de los fotogramas de una secuencia de imágenes con el fotograma inicial, de tal forma que los elementos que permanezcan constantes se vean de color negro, y los que han cambiado, de blanco o viceversa. La diferencia se efectúa en valor absoluto y el resultado (blobs) de este proceso determina cuáles son los objetos de interés en la imagen. Si el fondo no cambia se puede estimar los vehículos en movimiento restándole a la imagen original el fondo. De este modo se logra contar los vehículos que circulan en una determinada carretera.

##### 5. Umbralización

Como se mencionó el método que se efectúa para detectar los objetos en movimiento es la diferencia de fondo, este tipo de segmentación se basa en técnicas de detección de regiones que hacen uso de la binarización basada en umbrales. Para elegir el umbral adecuado se realizaron pruebas donde el valor del umbral era cambiado. Gracias a estas pruebas el valor del umbral que se escogió es de 50 para todas las imágenes en los diferentes turnos.

##### 6. Eliminación de áreas menores.

Al umbralizar la imagen aparece ruido que no interesa detectar, estas áreas tienen en común que son demasiadas pequeñas para considerarse como un vehículo, por lo tanto, se procede a eliminarlas. Para eliminarlas se agrupan todas



las áreas que sean menores o iguales a 2000 píxeles. Este número se obtuvo luego de analizar que las áreas pequeñas se encuentran dentro de ese rango. La agrupación se realiza gracias a la función de *bwopen* de Matlab.

#### 7. Aplicación de operaciones morfológicas.

Si bien eliminando áreas se reduce el ruido de la imagen todavía quedan píxeles sueltos. Estos píxeles se pueden eliminar a través de operaciones morfológicas. La operación morfológica que se utilizó es la de cerradura que consiste en una dilatación seguida de la operación erosión. Este proceso tiene a juntar todos los objetos que se encuentran cerca y reducir segmentos no deseados.

#### 8. Etiquetar

Etiquetar sirve para juntar las regiones que cumplan con cierto criterio de conectividad o que tengan las mismas características. La conectividad establece los límites de los objetos y componentes de áreas en una imagen; para determinar si dos píxeles están conectados debe existir adyacencia entre ellos y que compartan el mismo nivel de tonalidad de gris.

#### 9. Detección y clasificación de vehículos

Previo a un análisis se detectan y clasifican los vehículos de acuerdo a su área. Independientemente si existen personas u otros objetos en la imagen, el área de un vehículo siempre será más grande. La clasificación de vehículos quedó de la siguiente forma:

- Si el área es  $\geq 36000$  píxeles y  $\leq 80000$  píxeles, se considera que es un vehículo pequeño.
- Si el área es  $\geq 81000$  píxeles y  $\leq 99000$  píxeles, se considera que es un vehículo mediano.
- Si el área es  $\geq 100000$  píxeles, se considera que es un vehículo grande.

#### 10. Caja englobante y cálculo del centroide

Una vez clasificados los vehículos de acuerdo a su área, se procede a obtener el centroide y la caja englobante para delimitarlo como un blob de interés. Para realizar estas dos operaciones se utiliza la función *regionprops* que es la librería exclusiva para blobs de Matlab. Esta función ofrece propiedades como el cálculo de área, perímetro, centroide, caja englobante, por mencionar solo algunas; proporcionando muchas facilidades. Para delimitar cada blob simplemente se indica que las áreas que entren en alguna de las clasificaciones antes mencionadas las marque con una caja englobante rodeando todo el vehículo; utilizando la propiedad de *BoundingBox*, por lo que si el vehículo es de tamaño pequeño lo marcará con una caja de color rojo, si es mediano lo marcará con una caja de color verde y si es grande lo marcará con una caja de color azul. Después de encerrar cada vehículo, se puede obtener el centroide del auto y dibujarlo. El centroide es el centro de un objeto y se localiza calculando la posición tanto de la coordenada "x" como de la coordenada "y" de dicho objeto. Para dibujar el centroide se le coloca el signo de "\*" en color azul.

#### 11. Conteo

Cuando cada blob se encuentra clasificado por área y encerrado en su caja, es posible contar cuantos automóviles tienen la misma área. Se cuentan aquellos objetos cuyas áreas se localicen en alguna de las tres clasificaciones mostrado un mensaje de diálogo indicando cuántos vehículos existen de cada tamaño.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

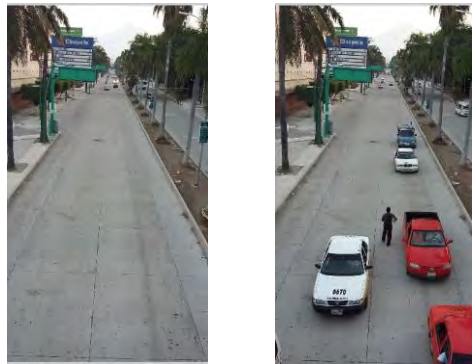
Para determinar la eficacia de la metodología propuesta se realizaron pruebas con imágenes tomadas en días diferentes y en diversas horas del día. Cabe recalcar que el algoritmo solo funciona durante el turno de mañana y tarde. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Turno matutino (Horario: 6 am a 10 am): En la Figura 1 se observa dos subfiguras. De lado izquierdo se aprecia la imagen de fondo la cual no contiene vehículos y personas, esta imagen sirve como base para posteriormente ser comparada con la imagen siguiente. De lado derecho se muestra la imagen previa la cual contiene movimiento representado por vehículos y personas. En la Figura 2 se observa el funcionamiento del algoritmo en el turno de la mañana detectando dos vehículos: un carro chico encerrado de color rojo y un carro grande encerrado de color azul. También se aprecia un cuadro de diálogo indicando el número de autos detectados. El algoritmo tiene un porcentaje de efectividad de 85 por ciento.

Turno vespertino (Horario: 1 pm a 4 pm): En la Figura 3 se observa de lado izquierdo la imagen de fondo la cual no contiene objetos y de lado derecho la imagen previa la cual contiene automóviles y personas. En la Figura 4 se muestra el resultado del funcionamiento del algoritmo en el turno de la tarde. En la imagen se aprecia que se detectaron cuatro vehículos: 1 vehículo chico, 0 vehículos medianos y 3 vehículos grandes. El algoritmo tiene un porcentaje de efectividad de 75 por ciento.

Turno nocturno (Horario: 9 pm a 11 pm): En la Figura 5 de lado izquierdo se muestra la imagen de fondo y de lado derecho se observa la imagen previa con vehículos. En la Figura 6 se observa el funcionamiento del algoritmo durante la noche. En la imagen se aprecia que la poca iluminación en la zona y las sombras producidas por los vehículos es un

factor importante al momento de querer detectar y contar los automóviles. El porcentaje de efectividad en este turno es del 10 por ciento.



(a) Imagen base (b) Imagen previa  
Figura 1: Turno matutino

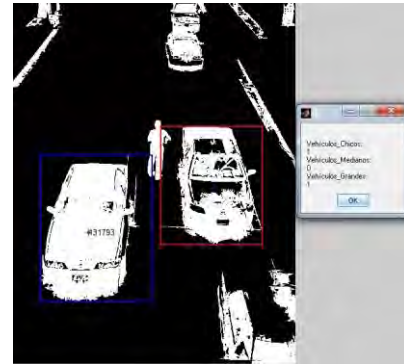


Figura 2: Conteo de vehículos por la mañana



(a) Imagen base (b) Imagen previa  
Figura 3: Turno vespertino

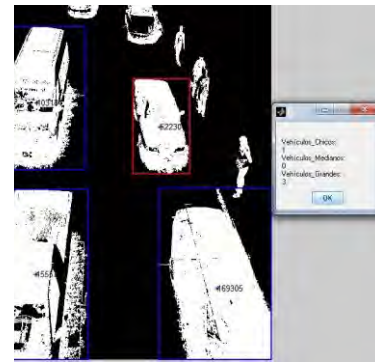
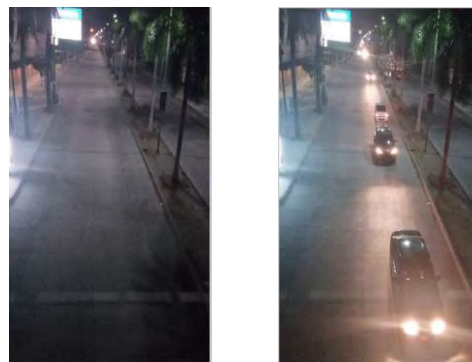


Figura 4: Conteo de vehículos por la tarde



(a) Imagen base (b) Imagen previa  
Figura 5: Turno vespertino

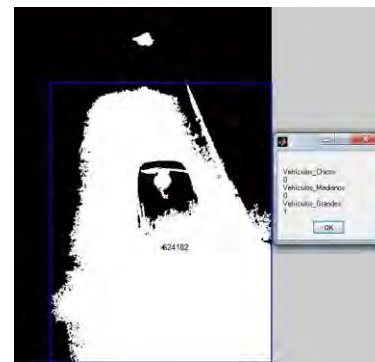


Figura 6: Conteo de vehículos por la noche

### Conclusiones

En base a pruebas realizadas se concluye que el algoritmo desarrollado trabaja mejor en el turno de la mañana y tarde. El algoritmo tiene una efectividad de 85 por ciento en la mañana, 75 por ciento en la tarde y 10 por ciento en la noche. Por condiciones de oscuridad y sombra de los objetos que se encuentran en el sitio se descarta su funcionamiento en el turno de la noche y se recomienda desarrollar otro algoritmo que trabaje solo en este turno; además se sugiere colocar lámparas que iluminen la zona.

En condiciones estables durante el día y la tarde el algoritmo trabaja bien, detectando y contando los vehículos. Uno de los problemas encontrados durante estos dos turnos es el movimiento de la cámara producto del viento, personas que suben o bajan el puente donde se encuentra la cámara y vibraciones causadas por los camiones pesados. Otro inconveniente es el congestionamiento vehicular provocando que los automóviles se acerquen dificultando su detección y la sombra ocasionada por los árboles. A pesar de estos problemas fue posible tomar imágenes, realizar pruebas y llegar a los resultados.

#### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar con esta investigación podrían tener en cuenta lo siguiente:

- La cámara debe estar fija a una altura de 6.82 metros.
- Las fotografías deben tomarse de forma vertical para evitar el mayor ruido posible; debido a que las tomas de manera horizontal capturan mucha información innecesaria.
- Las fotografías deben tomarse con la más baja resolución de 2.4 megapíxeles, para ahorrar poder computacional.
- Seleccionar una zona de interés para reducir el ruido de las imágenes y obtener mejores resultados.
- Se recomienda desarrollar otro algoritmo para detectar y contar vehículos en el turno de la noche.

#### **Referencias**

- Aristizabal Gómez Héctor Iván. *Prototipo para la Medición Automática de la Velocidad de un Automóvil con Cámara de Video Mediante Procesamiento de Imágenes*. Medellín, Colombia, 2013.
- Davies E. R. *Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities*. Elsevier, 2005.
- Faytong Real Jorge E. y Moggia Cucalón Giancarlo J. *Monitoreo Automático de carreteras mediante el uso de un sistema de detección, seguimiento y extracción de características de vehículos con técnicas de visión por computador*. Guayaquil, Ecuador, 2008.
- Fernández Alcantarilla Pablo. *Sistema de monitorización y control de tráfico en carretera*. Diciembre 2006.
- Jiménez González Adrián. *Técnicas de percepción activa para el seguimiento de objetos mediante robots móviles en entornos urbanos*. S.f.
- Leal M. Nallig, Leal M. Esmeide y Branch JohnWilliam. *Seguimiento de monitoreo de tránsito vehicular basados en técnicas de segmentación de imágenes*. Medellín, Colombia, Diciembre de 2010.
- Paguay Alba Raquel y Urgilés Ortiz Remigio. *Recuperación de imágenes mediante extracción de blobs aplicando el operador Laplaciano y el Kernel Gaussiano y desarrollo de un prototipo*. Cuenca, Ecuador, Febrero 2012.
- Paredes López Héctor. *Detección y seguimiento de objetos con cámaras en movimiento*. Madrid, España, Septiembre 2011.
- Sánchez Rueda Fidencio. *Caracterización del tránsito vehicular a través del procesamiento de información de imágenes de video*. Buenos Aires, Argentina, 13 de Julio de 2012.
- Shapiro L.G. Stockman. *Computer Vision*. Prentice Hall, 2001.

#### **Notas Biográficas**

La **Mtra. Jehiely Belem Hernández Castillo** es Profesora de Asignatura en el Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT) en Tapachula, Chiapas. También labora en el Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud como coordinadora de desarrollo de software. Perteneció al Sistema Estatal de Investigadores de Chiapas y al Foro Permanente de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sureste A.C. Acaba de concluir su Doctorado en Ingeniería en Aplicada.

La **Mtra. Anamim Villarreal Wong** es Profesora de Asignatura en el Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT) en Tapachula, Chiapas. También labora como docente en el CBTIS No. 88, escuela de nivel medio superior. Acaba de concluir su Doctorado en Ingeniería en Aplicada.

El **Ing. Daniel Hernández Aguilar** egresó de la carrera de Ing. Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT) en el mes de enero de 2016 en la ciudad de Tapachula, Chiapas.

La **Ing. Cristina Zavala Palacios** egresó de la carrera de Ing. Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT) en el mes de enero de 2016 en la ciudad de Tapachula, Chiapas.

El **Lic. Ezequiel Cruz Wong** es Profesor de Asignatura en el Instituto Tecnológico de Tapachula (ITT) en Tapachula, Chiapas. También labora como coordinador de la Universidad Virtual en la Universidad Autónoma de Chiapas.



observar el comportamiento de resistencia de los especímenes y realizar una propuesta considerando cemento-cascara calcinada de tal forma de reducir los costos de producción.

### Metodología

El agregado fino que se maneja, tiene procedencia de almacenes del cauce del Río Nazas, generalmente esta arena cuenta con niveles de aceptación muy altos ya que su constitución es muy buena, y cumple con la norma de especificación aplicada se componen de estructura uniforme y se eliminan generalmente las rocas foliadas tales como las pizarras, los esquistos y otras a fin de evitar que al triturarse se produzcan partículas lajeadas o alargadas NMX-C-030-ONNCCE-2004.

*Masa mínima de la muestra.* Las masas mínimas recomendables de la muestra de arena y grava que deben enviarse al laboratorio para su estudio, se indican en la tabla 1.

**Tabla 1.** Masa mínima de muestra

Material	Tamaño máximo nominal (en mm)	Pasa por la malla (Criba No.)	Masa mínima de la muestra de campo* (en Kg)
Arena	Hasta 5	4,75 mm (No.4)	100
Grava	Hasta 75	75 mm (3")	150
Grava	Mayor de 75	-----	200
Grava	Cualquiera	-----	300

\*En agregados ligeros (aquellos cuya masa específica sea inferior de 2,0) estas masas deben multiplicarse por 0,65.

**Fuente:** DOF (2004).

*Cuarteo manual.* Se transporta el agregado fino del banco de materiales al lugar donde se realizarán las pruebas correspondientes. Se deja en el suelo fijándose de que sea un lugar limpio y totalmente plano u horizontal, se mueve la arena y se patea en un solo punto para formar un cono. Con la ayuda de la pala se va bajando la cima, obteniendo un círculo de aproximadamente 15 centímetros de alto, se separa en mitades con ayuda de la pala o cuchara de albañil y después a cuartos eligiendo 2 de los cuartos opuestos y los otros dos restantes se eliminan. Se vuelve a realizar el procedimiento en caso de ser necesario una muestra de menor tamaño según la norma: NMX-C-170-2003-ONNCCE.

*Granulometría.* Los agregados finos, son piedras de diferentes tamaños y estructura física, provenientes de ríos o cerros que se eligen de acuerdo a las necesidades requeridas. Se realiza esta prueba pasándolos por mallas de una abertura requerida para ver si cumplen la norma M-MMP-2-02-020, anterior es para arenas que serán utilizados en un mortero, los límites se indican en la tabla 2.

**Tabla 2.** Límites granulométricos para arena para mortero

Mallas		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	Arenas naturales	Arenas Trituradas, NMX C-485 y ASTM C-144
4,75	Nº 4	100	100
2,38	Nº 8	95-100	95-100
1,18	Nº 16	80-90	70-100
0,6	Nº 30	55-70	40-75
0,3	Nº 50	25-50	20-40
0,15	Nº 100	5-30	10-25

**Fuente:** N-CMT-2-01-004/02

*Módulo de Finura.* La granulometría los rangos de la granulometría debe encontrarse entre intervalos de 1,6 y 2,35 con una tolerancia de dos décimas (0,2). En el momento de que el módulo de finura sea mayor a dicha tolerancia, se realizarán acomodos para remediar las diferencias de la granulometría.

*Agua para concreto.* El agua que se necesita para hacer una mezcla de concreto y en este caso de mortero puede ser la que se utiliza en nuestras actividades diarias para realizar el aseo en la vivienda. Es recomendable que el agua sea potable, sin que contenga un olor pronunciado, aroma, sabor y color. Cuando son construcciones no tan fáciles de llegar a ellas se utiliza la norma NMX-C-122-ONCCE-2004, ésta menciona las disposiciones que deben considerarse para el agua natural o contaminada. Para realizar o hidratar el concreto hidráulico tomar en cuenta las normas, NMX-C-277-2010, NMX-C-414-ONNCCE-2010.

*Cemento.* El cemento Portland es un conglomerante hidráulico que al añadir agua se fragua y se robustece. Esto se obtiene mediante el intervalo industrializado, en donde se pulveriza a un tamaño de partícula de talco en una constitución en frío de arcilla, además de materiales calcáreos, previamente sometidos a cocción. Logrando con este proceso el Clinker Portland, después se le añade sulfato de calcio como anhídrido (CaSO<sub>4</sub>) además de yeso (CaSO<sub>4</sub>-2H<sub>2</sub>O) o hemihidrato (CaSO<sub>4</sub>-1/2H<sub>2</sub>O) con el fin de impedir que se endurezca demasiado rápido. De

igual forma se le pueden completar otros ingredientes, como puzolana, escoria, humo de sílice, caliza. Las siguientes normas señalan las características y cualidades del cemento NMX-C-414-ONNCCE-2010.

*Mortero de cal y cemento.* Se realizó esta mezcla por contener el agua adecuada y una resistencia considerable muy superior a los morteros que contienen únicamente cal, por ello se conoce como mortero de cemento rebajado en proporción o tipo II.

*Dosificación de mortero.* Son composiciones plásticas aglomerantes al combinarse arena, agua y uno o dos cementantes que son cemento Portland, cal y cemento de albañilería (cementante premezclado que está formado de cemento portland, cal y aditivo plastificador). Los morteros se clasifican en los tipos que se indican en la Tabla 3, norma M-MMP-2-02-020, (SCT, 2002).

**Tabla 3.** Tipos de Morteros

Tipo	Partes de cemento Portland	Partes de cemento de Albañilería	Partes de cal	Partes de arena
I	1	0	0 a ¼	No menos de 2,25 ni más de 4 veces la suma de cementantes en volumen
	1	0 a ½	0	
II	1	0	¼ a ½	
	1	½ a 1	0	
III	1	0	½ a 1 ¼	

**Nota:** Partes en volumen; medido en estado seco

*Consideraciones para la realizar la mezcla de mortero:*

Para la dosificación se consideran los componentes del mortero que se indican en la tabla 3 y se eligió el mortero tipo II.

El agua utilizada será la mínima necesaria para tener un mortero trabajable.

Los ingredientes se combinarán en el lugar de la construcción, superficie limpia y no absorbente, o con ayuda de un equipo para revolverlo si es posible.

El lapso de mezclado, cuando se incorpore el agua no será menor de tres (3) minutos.

Una vez elaborado el mortero solo se podrá utilizar dos coma cinco (2,5) horas. Después de ese tiempo se desecha el material.

Cuando el mortero se vea poco trabajable se puede volver a mezclar, para que tome la consistencia deseada, agregado un poco de agua si es necesario. Pero se toma en cuenta el tiempo mencionado en el inciso anterior.

*Nuez.* Es una fruta del árbol de Nogal, se puede comer. Tiene forma de óvalo se puede separar en dos partes casi simétricas, tiene en su interior una semilla de sabor dulce. La Comarca Lagunera cuenta con el tercer lugar de producción, la (*Carya illinoensis* Koch), o cascara de papel, en esta región es aproximadamente 13 mil 900 toneladas. Cuando ya se extrae el centro de ella, se genera un 35% aproximadamente de su peso (cascara) de desperdicio sin que represente algún valor agregado, la cascara de nuez que no se utiliza es de 4 mil 865, toneladas, (Tabla 4). Lo indicado crea un problema de contaminación: la intención es fomentar la reutilización de este residuo en forma de ceniza, en tecnologías que benefician al medio ambiente.

**Tabla 4.** Producción de nuez en México, 2010.

Estados	Superficie cosecha (ha)	Producción (t)	t ha <sup>-1</sup>
Aguascalientes	177.0	342.4	1.93
<b>Coahuila</b>	<b>12 901.9</b>	<b>10 247.5</b>	<b>0.79</b>
Chihuahua	39 420.6	39 764.9	1.01
<b>Durango</b>	<b>4 069.8</b>	<b>3 652.1</b>	<b>0.9</b>
Guanajuato	86.0	92.6	1.08
Hidalgo	738.7	2 389.2	3.23
Nuevo león	3 807.3	1 679.0	0.44
San Luis Potosí	122.0	466.0	3.85
Sonora	7 437.5	16 102.9	2.16
Tamaulipas	89.5	165.6	1.85
Zacatecas	43.0	69.8	1.62
Total nacional	69 548.8	76 627.0	1.1

SAGARPA-SIAP, 2012

Cenizas de cascara de nuez. Calcinada a una temperatura de más de 200<sup>0</sup> C y tamizada por la malla número 100. Figura 1 y 2.



**Figura 1.** Tamizando la ceniza de Nuez con la malla N° 100



**Figura 2.** Ceniza tamizada

**Resultados y discusión.**

La granulometría de los agregados finos fue fijada de acuerdo con lo que menciona la Norma: M-MMP-2-02-020 y ASTM C-144, industria de la construcción-agregados para concreto-análisis granulométrico-método de prueba. Por lo anterior la arena utilizada, cal, agua y cemento cumplen con las normas de especificación requeridos.

Los morteros se utilizan para diversas fusiones entre ellas el unir piezas uno de sus objetivo es construir muros, así que debe de cumplir los requisitos que establece la norma Mexicana NMX-C-486 de mortero para uso estructural, Tabla 5. Para calcular la resistencia de diseño se utilizaran, las expresiones matemáticas siguientes (1) y (2)

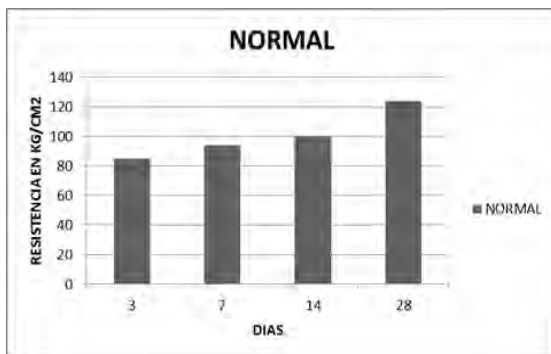
$$f_i' = \frac{\bar{f}_i}{1 + 2.5 c_j} \quad (1)$$

$$c_j \leq \{ 0.20 \} \quad (2)$$

**TABLA 5.** Tipos de mortero, resistencia de diseño a la compresión y resistencia promedio, (NMX-C-486)

Tipo de mortero	Resistencia de diseño a la compresión $f_i'$ , MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio a compresión $\bar{f}_i$ , Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )
I	12,5 (125)	18,8 (188)
II	7,5 (75)	11,3 (113)

En la Grafica 1, se observa el comportamiento del mortero Tipo II Normal (base), encontrándose dentro la normatividad ya que a los 28 días se tiene una resistencia de compresión de 122 kg/cm<sup>2</sup>.



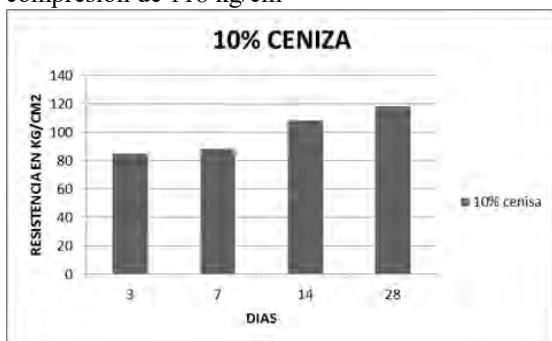
**Grafica 1.** Representa la resistencia en días, de los especímenes del mortero normal.

En la Grafica 2, se observa el comportamiento del mortero tipo II, sustituyendo el cemento en un 5% de la ceniza de la cascara de nuez. Se observa que a los 28 días alcanzó una resistencia a la compresión de 98 kg/cm<sup>2</sup>.



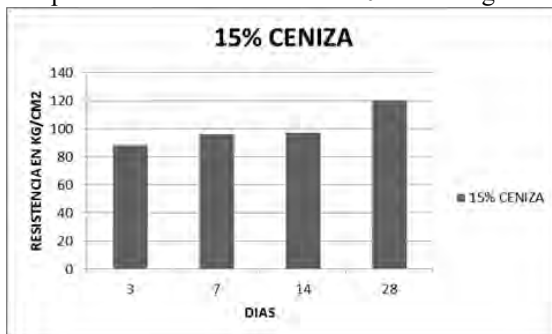
**Grafica 2.** Representa la resistencia en días, de los especímenes de mortero con el 5% de nuez calcinada.

En la Grafica 3, se observa el comportamiento del mortero tipo II, sustituyendo el cemento en un 10% de la ceniza de la cascara de nuez. Se observa que a los 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de 118 kg/cm<sup>2</sup>.



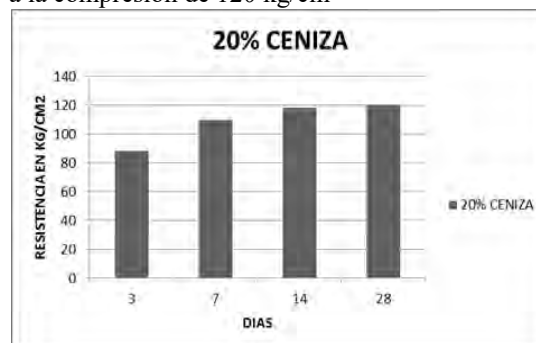
**Grafica 3.** Representa la resistencia en días, de los especímenes de mortero con el 10% de nuez calcinada.

En la Grafica 4, se observa el comportamiento del mortero tipo II, sustituyendo el cemento en un 15% de la ceniza de la cascara de nuez. Se muestra que a los 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de 120 kg/cm<sup>2</sup>.



**Grafica 4.** Representa la resistencia en días, de los especímenes de Mortero con el 15% de nuez calcinada.

En la Grafica 5, se observa el comportamiento del mortero tipo II, sustituyendo el cemento en un 20% de la ceniza de la cascara de nuez. Podemos visualizar que a los 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de 120 kg/cm<sup>2</sup>.



**Grafica 5.** Representa la resistencia en días, de los especímenes de mortero con el 20% de nuez Calcinada.

Se puede concluir que los resultados obtenidos cumplen en gran medida con la norma de diseño a la compresión NMX-C-486, en la gráfica, N<sup>o</sup> 2 su resistencia a los 28 días fue de 98 kg/cm<sup>2</sup>. En la gráfica, N<sup>o</sup> 3 su resistencia a los 28 días fue de 118 kg/cm<sup>2</sup>. En la gráfica N<sup>o</sup> 4 su resistencia a los 28 días fue de 120 kg/cm<sup>2</sup>. En la gráfica N<sup>o</sup> 5 su resistencia a los 28 días fue de 120 kg/cm<sup>2</sup>, lo anterior indica que la calidad del mortero es muy bueno. También en la parte económica se realizó una comparativa de los gastos realizados para el cemento necesario de la dosificación en un mortero tipo II. El ahorro representa un 20% de lo que se gastaría con el cemento.

### Comentarios finales

Se establecieron los ensayos mecánicos a los materiales de acuerdo a las normas vigentes, los resultados de las dosificaciones de morteros, se utilizaran para tesis posteriores donde aparte de identificar su viabilidad, que ya quedo de manifiesto, se puede utilizar dentro de la industria de la construcción y checar su comportamiento expuesto a la intemperie. La calidad del mortero no se ve afectada, se puede analizar la estructura química, con las diferentes herramientas de laboratorio como el microscopio de barrido, etc. Los agregados utilizados son materiales que se tienen en la Comarca Lagunera, Gómez Palacio Durango.

### Referencias.

- Águila Idalberto, 2008; Milenia Sosa. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Evaluación Física Química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como material puzolánicos. Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V., Vol.23, N<sup>o</sup>4, pp. 55-66.
- Alvarez José Ignacio, (1995). Antonio Martin y Pedro J. Garcia Casado. Departamento de Química y Edafología, Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra, HISTORIA DE LOS MORTEROS.
- Ashurst, J. Mortars, 1983; plasters and renders in conservation, Ecclesiastical Architects'and Surveyors'Association.



ASTMC-144 -02, American association state highway and transportation officials standard (AASHTO 1974) ASTM C-144, Especificación Normalizada para agregados para Morteros de Albañilería.

Diario Oficial de la Federación (2003) Norma: NMX-C-170-2003, Industria de la construcción- Agregados - Reducción de las muestras de agregados obtenidos en el campo al tamaño requerido para las pruebas.

Furlan, V. 1975; Bissegger, P. Les mortiers anciens. Histoire et essais d'analyse scientifique. Revue suisse d'Art et d'Archéologie.

Furlan, V. Causes, 1990. mechanisms and measurement of damage in cultural heritage materials. The state of the art - Mortars, bricks and renderings. Advanced workshop "Analytical Methodologies for the Investigation of Damaged Stones" Pavia (Italy) september.

Furlan, V.; Bissegger, P. 1975; Les mortiers anciens. Histoire et essais d'analyse scientifique. Revue suisse d'Art et d'Archéologie.

Gatenholm P.,1997; Interfacial Adhesión and Dispersión in Biobased Composites. Molecular Interactions Between Cellulose and Other Polymers, Technical Report, Chalmers University, Suecia.

Ghorab, H.Y. 1986; Ragai, J.; Antar, A. Surface and bulk properties of ancient egyptian mortars. Part I: X-ray diffraction studies. Cement and Concrete Research.

Malinowski, R. 1961; Slatkine, A.; Ben Yair, M. Durability of Roman mortars and concretes for hydraulic structures at Caesarea and Tiberias. RILEM, Prague.

Malinowski, R. 1979; Concretes and mortars in ancient aqueducts. Concrete International.

Malinowski, R., 1982; Ancient mortars and concretes: Aspects of their durability. Histoire of Technology 7th Annual Volume, Marsell U.K.

Malinowski, R.1991; Garfinkel, Y. Prehistory of Concrete. Concrete International.

Marte Rosario, Marlenin (2011). Utilización de la cáscara de nuez Chandler en el yeso, Tesis Master. E.U. de Arquitectura Técnica (UPM) (antigua denominación).

Martinet, G. Les. 1991; mortiers d'époque pharaonique à Karnak. Bull.liaison Labo.P.et Ch. mars-avril

M-MMP-2-02-020. Calidad de agregado para concreto hidráulico. Secretaria de comunicaciones y transporte.

Morgan, G.C. 1988; A survey of Romano-British wallplaster. Journal of the Oil and Colour Chemists'Association.

Morgan, G.C. 1992; Finds from the imperial west. The arcaeological inferences of wallplaster and mortar analysis.

Norma mexicana NMX-C-486, Morteros para uso estructura.

Norma mexicana, NMX C-485

Norma: NMX-C-030-ONNCCE-2004, Industria de la Construcción-Agregados-Muestreo.

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), (2004) Norma: NMX-C-122-2004-ONNCCE, Industria de la construcción- Agua para concreto.

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), (2010) Norma: NMX-C-277-2010-ONNCCE, Agua para concreto- muestreo.

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE), (2010) Norma: NMX-C-414-ONNCCE-2010, Industria de la construcción- Cementos hidráulicos- Especificaciones y métodos de prueba.

Ragai, J. Ghorab, H.Y.1987; Antar, A. Surface and bulk properties of ancient egyptian mortars. Part II: adsorption and infrared studies. Cement and Concrete Research.

Ragai, J., 1988; Surface and bulk properties of ancient egyptian mortars. Part IV: thermal studies. Cement and Concrete Research.

Ragai, J., 1989; Surface and bulk properties of ancient egyptian mortars. Part V: thermal studies (b). Cement and Concrete Research.

Rassineux, F. 1989; Petit, J.C.; Meunier, A. Ancient analogues of modern cement: calcium hydrosilicates in mortars and concretes from Gallo-Roman Thermal Baths of Western France. J.Am.Ceram.Soc.

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. N-CMT-2-01-004/02, características de los materiales.

Vicat Louis, 1812. Builds the Souillac Bridge over the Dordogne.

Wooley, 1958; L. History Unearthed, E. Benn Ltd., London.

# DISEÑO Y MANUFACTURA DE PROBETAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ENSAMBLE DE MUEBLES DE MADERA

M.I. Juan Francisco Hernández Cuéllar<sup>1</sup>, M.E.S. Rocío Adriana García Hernández<sup>2</sup>,  
M.C.T. María de los Angeles Jiménez Duhart<sup>3</sup>, Ing. Daniel Alberto Peña Pérez<sup>4</sup>, David Gerardo Silva Mireles<sup>5</sup>,  
Diana Cabrera Abraham<sup>6</sup>, Alejandro Manuel Meillon Figueroa<sup>7</sup>

**Resumen**— En el presente artículo se describe el proceso de diseño y manufactura de tres probetas empleadas para el estudio de tiempos y movimientos en el ensamble de muebles de madera en el municipio de Irapuato, Gto. Las tres probetas corresponden a tres tipos de uniones carpinteras, las cuales son: De caja y espiga, cruz de canto y de cola de milano en T. El diseño se realizó en AutoCAD® y se basó en la configuración matricial rectangular que utilizan las sillas y mesas de tipo autoensamblables, así como en el número de piezas a ensamblar por práctica. Para la manufactura se utilizó un Router automatizado (CNC) de 3 ejes y se usaron tableros de fibra de densidad media (MDF de sus siglas en inglés). Las probetas se utilizarán como material didáctico en la asignatura de Estudio y Diseño del Trabajo de la Universidad del SABES.

**Palabra clave**—Diseño, Mueble de madera, ensamble, uniones carpinteras, Router CNC, probetas didácticas.

## Introducción

Los muebles de madera han formado parte esencial en el mobiliario de los hogares mexicanos desde hace tiempo a la fecha, es por ello que se continua innovando en el desarrollo de los mismos. Una tendencia actual es la aplicación de uniones que no utilicen elementos de sujeción como lo son los clavos, pijas, pegamento, etc., y de esta manera puedan ser armados y desarmados las veces que sea necesario para el usuario. Esto ha impulsado el estudio de las uniones a utilizar en los distintos muebles de uso doméstico para su posible producción en serie y con esto mejorar la producción de los mismos.

En el presente reporte se describe el proceso de diseño y manufactura de tres probetas didácticas que se emplean como material de apoyo en las prácticas de la asignatura de Estudio y Diseño del Trabajo de la Universidad del SABES centro Irapuato. Cada una de las tres probetas corresponde a los siguientes tres tipos de uniones carpinteras: La unión de caja y espiga, la unión en cruz de canto y la unión de cola de milano en T

## Antecedentes

Andreasen, Kahler, y Lund (1985) mencionan que en el ensamble mecánico se usan diferentes métodos de sujeción para sostener juntas en forma mecánica dos (o más) piezas. En la mayoría de los casos, los métodos de sujeción implican el uso de componentes separados, llamados sujetadores y en otros casos, el mecanismo de sujeción implica el formado o reformado de uno de los componentes que se van a ensamblar y no se requieren sujetadores separados. Existen buenas razones por las que con frecuencia se prefiere el ensamble mecánico sobre otros procesos de unión. Las razones principales son: la facilidad de ensamble y la facilidad de desensamble.

Por lo general, el ensamble mecánico lo realizan con relativa facilidad trabajadores no calificados, con un mínimo de herramientas especiales y en un tiempo relativamente corto. La tecnología es simple y los resultados se inspeccionan

<sup>1</sup> M.I. Juan Francisco Hernández Cuéllar, profesor de tiempo completo del área de Ciencias básicas e ingeniería industrial en la Universidad del SABES, Guanajuato, México. francisco.hernandezc@sabes.edu.mx

<sup>2</sup> M.E.S. Rocío Adriana García Hernández, profesor de tiempo completo del área de Ingeniería industrial en la Universidad del SABES, Guanajuato, México. rocio.garciah@sabes.edu.mx

<sup>3</sup> M.C.T. María de los Angeles Jiménez Duhart, profesor de tiempo completo de la carrera de Ingeniería Industrial Universidad del SABES, Guanajuato, México [maria.jimenezd@asabes.edu.mx](mailto:maria.jimenezd@asabes.edu.mx)

<sup>4</sup> Ing. Daniel Alberto Peña Pérez, Ingeniero en mecatrónica, egresado de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México, [dapp@ieee.org](mailto:dapp@ieee.org)

<sup>5</sup> C. David Gerardo Silva Mireles es estudiante de la licenciatura en ingeniería industrial en manufactura en la Universidad del SABES, Guanajuato. [david.silvam@alumnos.sabes.edu.mx](mailto:david.silvam@alumnos.sabes.edu.mx)

<sup>6</sup> C. Diana Cabrera Abraham, es estudiante de la licenciatura en ingeniería industrial en manufactura en la Universidad del SABES, Guanajuato.

<sup>7</sup> C. Alejandro Manuel Meillon Figueroa, es estudiante de la licenciatura en ingeniería industrial en manufactura en la Universidad del SABES, Guanajuato.

con facilidad. Estos factores representan ventajas no sólo en la fábrica, sino también durante la instalación en campo.

El diseño para ensambles (DFA, por sus siglas en inglés) ha recibido mucha atención en años recientes porque las operaciones de ensamble constituyen un enorme costo de mano de obra para muchas compañías de manufactura. La clave para un diseño de ensamble exitoso se plantea en términos simples (Bralla, 1998): 1) diseñar el producto con la menor cantidad de piezas posibles y 2) diseñar las piezas restantes para que se ensamblen con facilidad. El costo del ensamble se determina en gran parte durante el diseño de producción, debido a que en esta etapa se establece la cantidad de componentes separados en el producto y se toman decisiones acerca de cómo se ensamblarán dichos componentes. Una vez tomadas estas decisiones, se puede hacer muy poco en la manufactura para influir en los costos de ensamble (excepto, por supuesto, administrar bien las operaciones). La mayoría de los principios generales del DFA se aplica tanto para el ensamble manual como para el automatizado. Su propósito es obtener la función de diseño requerida a través de los medios más sencillos y de menor costo. Se han recopilado las siguientes recomendaciones de las fuentes (Andreasen et al, 1985), (Boothroyd, Dewhurst y Knight, 1994), (Bralla, 1998) y (Groover, 2001):

- Usar la menor cantidad de piezas posible para reducir la cantidad de ensambles requeridos.
- Reducir la cantidad de sujetadores roscados requeridos (o eliminarlos).
- Estandarizar los sujetadores de tal forma que el ensamblador no tiene que distinguir entre los diversos sujetadores distintos, la estación de trabajo se simplifica y se disminuye la diversidad de herramientas
- Reducir dificultades de orientación de las piezas, los problemas de orientación se reducen al diseñar piezas que sean simétricas y al minimizar la cantidad de características asimétricas.
- Evitar las piezas que se enreden (Las piezas con ganchos, orificios, ranuras y rizos exhiben más esta tendencia que las piezas sin estas características).

Tres uniones comúnmente utilizadas en el diseño y construcción de muebles domésticos de madera son: La unión de caja y espiga, la unión en cruz de canto y la unión de cola de milano en T (Aira Zunzunegui, 2013). Dichas uniones son empleadas por productores de muebles de madera en Irapuato, Gto., los cuales comienzan a incluir el corte por fresadora de control numérico Computarizado (CNC) con fines de producción en masa y así aumentar sus ventas a nivel estatal y nacional. De aquí parte la necesidad de realizar estudios de tiempos y movimientos para los distintos procesos y muebles a generar, razón por la cual la Universidad del SABES centro Irapuato decidió incorporar una práctica en la asignatura de “Estudio y diseño del trabajo” que involucre el armado y desarmado de piezas de madera con las uniones antes mencionadas.

#### Unión caja y espiga

El ensamble tipo caja y espiga se ha analizado en diversas ocasiones porque constituye un sistema utilizado habitualmente en numerosos encuentros entre elementos de edificaciones tradicionales (Aira Zunzunegui, 2013, p. 14). Como puede apreciarse en la Figura 1, la unión de caja y espiga suele usarse en ensambles a 90° en donde existe una correspondencia entre un extremo manufacturado en espiga y el otro extremo en forma de caja, de ahí su nombre. Esta unión tradicional resulta de interés para la construcción no solo de muebles sino también en edificaciones en obra civil (cimbras) por su comportamiento positivo hacia los esfuerzos de compresión (Bravo, 2011), así mismo ofrece buena resistencia a la flexión (Vignote, 2005).

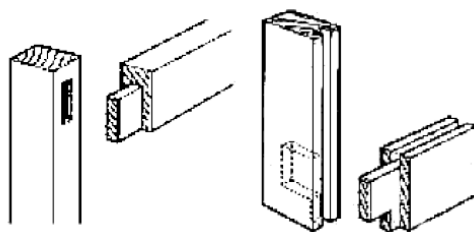


Figura 1. Representación unión tipo caja y espiga (PRAMECLIN, s/f, p. 18).

### Unión en cruz de canto

Por otra parte la unión en cruz de canto, Figura 2, presenta mayor estabilidad angular, así como un ensamble más exacto, en comparación con ensambles a media madera simples (Madera Paloma, 2016), características deseables en cualquier ensamble que se realice. Esta unión es útil para realizar ensambles perpendiculares de canto y para sujetar las piezas no solo en los extremos de las maderas.

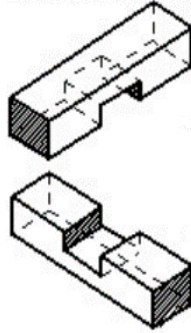


Figura 2. Representación unión de cruz en canto (Madera Paloma, 2016).

### Unión en cola de milano en T

En la Figura 3 se aprecia la unión tipo cola de milano en T, que Aira Zunzunegui (2013) resalta como la unión tradicional más analizada recientemente, siendo este el tipo de ensamble recomendado para esfuerzos de tracción (Vignote, 2005). Esta unión se seleccionó por la manufactura de la forma de la cola de milano.

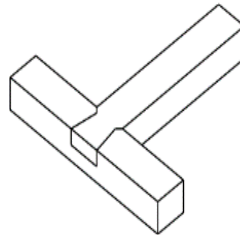


Figura 3. Representación unión cola de milano en T (Madera Paloma, 2016).

### Descripción del Método

El procedimiento utilizado se muestra en la figura 3, la cual considera el diseño conceptual por medio de un software de diseño asistido por computadora (CAD de sus siglas en inglés), seguido de una programación automatizada por un software de manufactura asistida por computadora (CAM de sus siglas en inglés) para maquinarse en el router CNC de tres ejes y finalmente las pruebas del prototipo (ensamble manual).

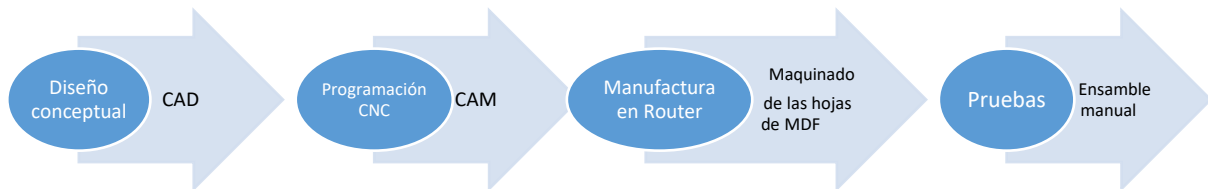


Figura 3. Metodología.

### Diseño conceptual

El diseño conceptual se realizó en el software comercial AutoCAD 2015® y las dimensiones de la probeta se determinaron de acuerdo a las medidas de una silla comercial, de tal manera que el largo de las probetas es de 45 cm y el ancho es de 5 cm, la configuración utilizada fue en matriz rectangular de una columna por 8 filas (figura 4), es decir con al menos 8 repeticiones de ensamble.

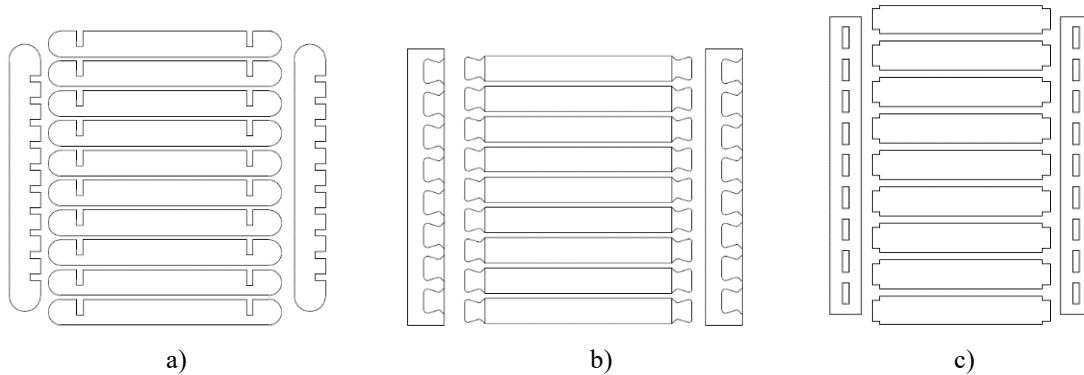


Figura 4. Diseño conceptual en CAD de las probetas. a) Probeta tipo 1 (cruz en canto), b) Probeta tipo 2 (cola de milano), c) Probeta tipo 3 (caja y espiga).

### Manufactura de piezas

Las probetas se elaboraron de MDF de 12 mm de espesor. Se utilizó un router de control numérico computarizado (CNC de sus siglas en inglés) de tres ejes y un cortador de carburo de tungsteno de ¼ de pulgada por 2 pulgadas de largo. La programación del código se hizo en base a la ISO y fue de forma automatizada por medio del software MasterCAM. Las probetas terminadas se muestran en la figura 5.

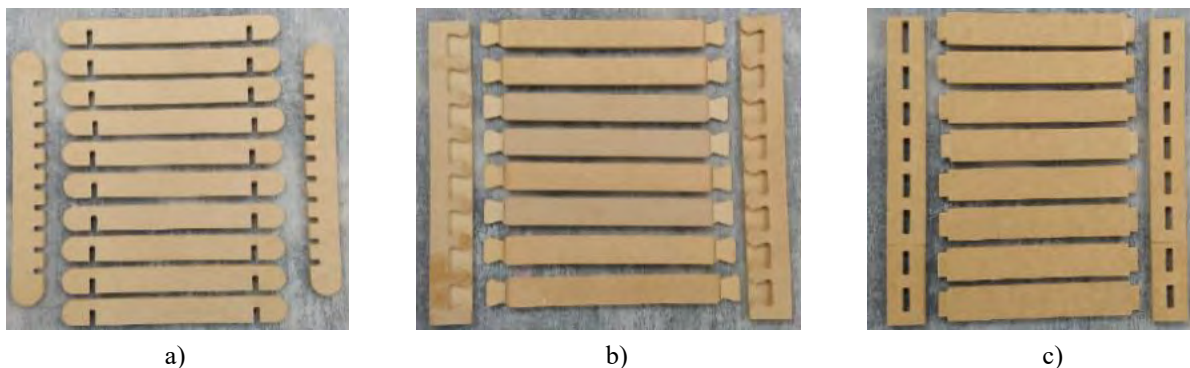


Figura 5. Probetas maquinadas. a) Probeta tipo 1 (cruz en canto), b) Probeta tipo 2 (cola de milano), c) Probeta tipo 3 (caja y espiga).

### Pruebas

Las pruebas consistieron en armar y desarmar las probetas, garantizando que no sea necesario herramientas para dicho fin. De tal manera que se seleccionó al azar 5 personas voluntarias para realizar las pruebas, dando como resultado el ensamble exitoso desde la perspectiva de no emplear herramientas de mano. Las probetas ensambladas se muestran en la figura 6.

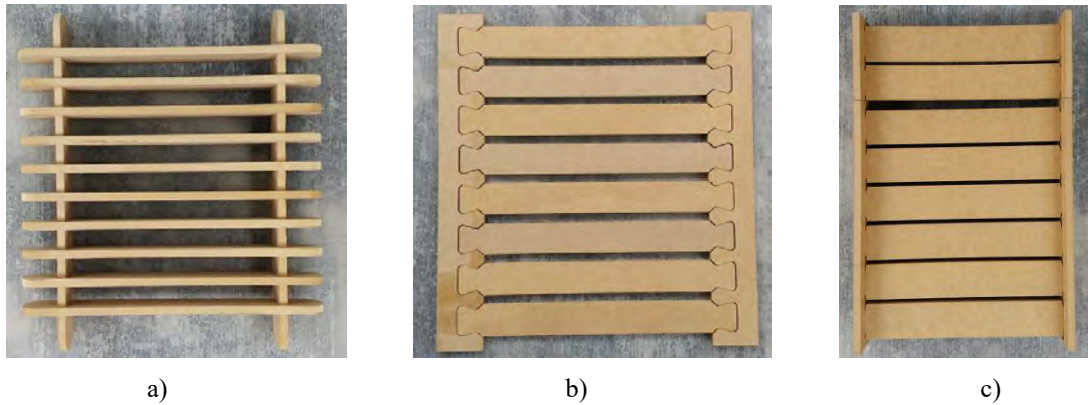


Figura 6. Probetas ensambladas. a) Probeta tipo 1 (cruz en canto), b) Probeta tipo 2 (cola de milano), c) Probeta tipo 3 (caja y espiga).

### Comentarios Finales

Con el desarrollo de las tres probetas correspondientes al tipo de uniones comunes en la elaboración de muebles de madera en Irapuato, se satisface la necesidad de contar con material didáctico en la asignatura de “Estudio y diseño del trabajo” en la Universidad del SABES centro Irapuato. Además el proceso establecido en el diseño y manufactura servirá de referencia para los próximos desarrollos en la asignatura de “Sistemas de control numérico” de la misma Universidad.

### Referencias

- Andreasen, M., Kahler, S. y Lund, T., Design for Assembly, Springer-Verlag, Nueva York, 1988.
- Boothroyd, G., Dewhurst, P. y Knight, W., Product Design for Manufacture and Assembly, Marcel Dekker, Nueva York, 1994.
- Bralla, J. G. (editor en jefe), Design for Manufacturability Handbook, 2a. ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1998.
- Groover, M. P., Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, 2a. ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, N. J., 2001.
- Groover, M. P., Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. Pearson Educación., 2007
- Aira Zunzunegui, J. R. (2013). Análisis experimental y por el método de los elementos finitos de estado de tensiones en uniones carpinteras de empalme de llave. (Tesis doctoral). Obtenido de: <http://oa.upm.es/21832/>
- Bravo, N. (2011). Tecnologías I. Madrid: Edítex, S.A.
- Madera Paloma. (2016). Operaciones básicas carpintería. Obtenido de Cuaderno de taller: [http://www.maderapaloma.com/imagenes/grado-med/primer\\_curso/Cuaderno-Taller-OBM-OBC-2015-16.pdf](http://www.maderapaloma.com/imagenes/grado-med/primer_curso/Cuaderno-Taller-OBM-OBC-2015-16.pdf)
- PRAMECLIN. (s/f, p. 18). Manual para el participante de uniones en madera. Obtenido de <http://www.mific.gob.ni/Portals/0/Documentos%20Fomento/PROYECTOS%20FOMENTO/PRAMECLIN/I-Manual%20de%20Uniones%20.pdf>
- Vignote, S. (2005). Tecnología de la madera. Barcelona: Mundi-Prensa.
- Pérez C. (2012). CURSO DE INICIACIÓN AL AUTOCAD®. Marzo 01, 2014, de Unión Universitaria. Obtenido de: <http://unionuniversitaria.uji.es/wp-content/uploads/2012/01/CURSO-DE-iniciaci%C3%B3n-autocad.pdf>
- Taller de Tecnología. Programación de control numérico ISO Standard (Codigo G). Departamento de diseño industrial. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Obtenido de: <http://www.gulmi.com.ar/iso.pdf>

### Notas biográficas

Juan Francisco Hernández Cuéllar es profesor de tiempo completo de Ciencias Básicas e ingeniería industrial en la Universidad del SABES Centro Irapuato, Gto. México. Es egresado de la Universidad de Guanajuato como ingeniero mecánico y también obtuvo en la misma institución su grado de maestro en ingeniería mecánica obteniendo el reconocimiento de trabajo de tesis laureado.

Rocío Adriana García Hernández. Es profesora de tiempo completo en la Universidad del SABES Centro Irapuato. Estudió la licenciatura en Ingeniería Industrial en el área de Calidad en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, la Maestría en Enseñanza Superior en el Instituto Irapuato y egresó del Doctorado en Administración del área de Calidad, competitividad y productividad empresarial de la Universidad de Celaya. Posee publicaciones en memorias de congresos internacionales y revistas nacionales, en el área de calidad en el servicio.

María de los Angeles Jiménez Duhart. Es profesora en la Universidad del SABES, centro universitario Irapuato. Estudió la licenciatura en Ingeniería Industrial en Instrumentación y Control de procesos, CETI Colomos, Guadalajara Jal. Tiene una Maestría en Ciencia y Tecnología con especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura, CIATEC, León Gto. Es candidata a Doctora en Ciencia y Tecnología con especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura. Posee publicaciones en memorias de congresos nacionales e internacionales en áreas industriales, pruebas de materiales, diseño de experimentos e innovación educativa.

Daniel Alberto Peña Pérez. Es ingeniero en mecatrónica egresado de la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS) de la Universidad de Guanajuato, México. Actualmente se encuentra cursando una estancia en la Universidad de Toronto, Ontario, Canadá. Ha participado en congresos internacionales.

David Gerardo Silva Mireles es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial con acentuación en Manufactura, la cual cursa en decimo cuatrimestre en la Universidad del SABES, Centro Irapuato, en el estado de Guanajuato, México.

Diana Cabrera Abraham es alumna de la carrera de Ingeniería Industrial con acentuación en Manufactura, la cual cursa en decimo cuatrimestre en la Universidad del SABES, Centro Irapuato, en el estado de Guanajuato, México.

Alejandro Manuel Meillon Figueroa es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial con acentuación en Manufactura, la cual cursa en decimo cuatrimestre en la Universidad del SABES, Centro Irapuato, en el estado de Guanajuato, México.

## Determinación de la impedancia bioeléctrica en universitarios

MCS. Nicolás Alejandro Hernández Delgadillo<sup>1</sup>, Dr. Glafir Sánchez Rodríguez<sup>2</sup>,  
MCE. Ana Berenice Salas Sánchez<sup>3</sup>, Dra. Maytrelli López Negrete Lomelí<sup>4</sup>, Ing. Zenón Rivas Godoy<sup>5</sup>

**Resumen**—En la Actualidad México se encuentra en una transición epidemiológica donde las enfermedades crónico-degenerativas representan las primeras causas de mortalidad. Este estudio describe los niveles de composición corporal en estudiantes universitarios de nuevo ingreso, utilizando un bioimpedanciometro (SECA mBCA 514), periodo agosto-diciembre 2016. Siendo de tipo descriptivo y transversal, 400 estudiantes nivel superior, con un promedio de edad de 18.19 años, IMC alto de 34.3%, grasa visceral anormal 65.8%, circunferencia abdominal anormal 22.3%, ángulo de fase bajo 28.2%, agua corporal total anormal 59.6%.

La población estudiada tiene un alto riesgo cardio-metabólico a pesar de ser muy joven; lo que demuestra la creciente prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas (ángulo de fase y grasa visceral) son indicadores de inicio temprano de la enfermedad del siglo XXI.

**Palabras clave**— bioimpedancia bioeléctrica, IMC, sobrepeso, obesidad, universitarios.

### Introducción

En los últimos años se ha visto que el ritmo de vida de la población ha cambiado de manera trascendente, trayendo repercusiones especialmente a la salud de las nuevas generaciones. En la actualidad, México presenta modificaciones evidentes en su dinámica epidemiológica, donde enfermedades cardio-metabólicas representan el mayor índice de mortalidad en la población de 25 años y más, una de las causas a las que se relacionan son las alteraciones nutricias, quienes provocan cambios en la estructura del organismo, tales como disminución de la masa celular, pérdida de proteínas o alteraciones en la relación de los líquidos intra y extracelular. (Berral de la Rosa & Rodríguez Bies, 2007)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) manifiesta, en su nota descriptiva N°311 de enero de 2015, que en el 2014 que el 39% de la población adulta de 18 o más años a nivel mundial se caracterizaba con un nivel de sobrepeso (38% hombres y 40% mujeres) y el 13% con obesidad, más de 1900 millones de adultos de la población mundial (Salud, 2016).

El estudio de composición corporal en estudiantes universitarios resulta imprescindible para la identificación de sujetos con riesgos a la salud relacionados a niveles excesivamente elevados o bajos de grasa corporal total, así como un exceso de grasa intra-abdominal (Espinosa Cuevas, Rivas Rodriguez, Gonzalez Medina, Miranda Alatraste, & Correa Rotter, 2007). Actualmente existen diferentes métodos para determinar la constitución corporal, teniendo como referencia las medidas antropométricas (talla, peso, índice de masa corporal IMC, circunferencia abdominal, y el porcentaje de grasa corporal) (Tinahones F.J., Cardoña F., & Soriguer F., 2002), consideradas como las más relevantes para poder estudiar la obesidad.

El estudiante universitario, por su exigencia de rendimiento académico, debería contar con un estado de salud adecuado para desarrollar con éxito su perfil profesional y posterior pueda insertarse en un campo laboral, con una composición corporal equilibrada y saludable que dé respuesta a la exigencia de la sociedad actual. Por tanto como objetivo de estudio se pretende diagnosticar la composición corporal de estudiantes de nivel superior de nuevo ingreso, utilizando indicadores antropométricos, para la evaluación del riesgo de enfermedades crónico-degenerativas.

<sup>1</sup> El LSP. Nicolás Alejandro Hernández Delgadillo es Maestro en Ciencias de la Salud, Ciudad Valles, San Luis Potosí, México [cid.nicko@hotmail.com](mailto:cid.nicko@hotmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Glafir Sánchez Rodríguez es Coordinador de la Carrera de Licenciado en Medicina, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México [glafir.sanchez@uaslp.mx](mailto:glafir.sanchez@uaslp.mx)

<sup>3</sup> La LSP. Ana Berenice Salas Sánchez es Maestra en Ciencias de la Educación, Ciudad Valles, San Luis Potosí, México [lspana.salas@gmail.com](mailto:lspana.salas@gmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. Maytrelli López Negrete Lomelí es profesora de la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México [maytrelli.negrete@gmail.com](mailto:maytrelli.negrete@gmail.com)

<sup>5</sup> El Ing. Zenón Rivas Godoy es profesor de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México [rivas\\_13\\_64@hotmail.com](mailto:rivas_13_64@hotmail.com)



## Descripción del Método

### *Sujetos y Método*

Se realizó un estudio de tipo transversal y descriptivo. Incluyo un total de 400 estudiantes (83% de la población), pertenecientes al nivel superior, teniendo como criterio de inclusión el estar matriculados y activos en el primer semestre 2016 (agosto-diciembre), expresaron de manera voluntaria su participación en el estudio, se obtuvo consentimiento informado por escrito de cada participante, el Comité del Departamento Económico Administrativo de Investigación de la institución universitaria aprobó la intervención siguiendo los aspectos éticos considerados en la Declaración de Helsinki, Código de Nuremberg, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de los Estados Unidos Mexicanos. La técnica de muestreo aplicada fue de tipo no probabilística por conveniencia

Los parámetros fueron tomados mediante el bioimpedanciómetro (SECA mBCA 514) mismo que distingue el peso en los componentes importantes para la salud (grasa, masa muscular y líquido), calculando un riesgo para la salud el cual brinda un pronóstico sobre el estado general de salud y el estado nutricional (Ángulo de fase Hidratación, índice de masa grasa), además de una evaluación metabólica (Masa magra, masa grasa, índice de masa, masa del músculo esquelético), inherente a líquidos: el agua corporal total, la diferencia en líquido extracelular e intracelular (agua corporal total, agua extracelular, hidratación) y por último la masa grasa, que es la energía almacenada en el cuerpo (Masa grasa, consumo de energía en reposo, consumo total de energía).

Cabe aclarar que las mediciones fueron realizadas bajo el siguiente protocolo para bioimpedancia en los participantes del estudio:

- Realizar la evaluación a una temperatura ambiente (18°-25°C).
- Estar desprovistos de objetos metálicos.
- No haber ingerido alcohol 48 horas antes de la prueba.
- No haber realizado ejercicio intenso 12 horas antes de la medición.
- No haber comido ni bebido 4 horas antes de la medición.
- No haber ingerido diuréticos 7 días antes de la medición.
- Sin calzado ó calcetas.

El peso refleja una medida de peso obtenida al momento del estudio, ofrece el grado o magnitud del problema de enfermedad según sea el caso de sobrepeso, obesidad o desnutrición, el cual deberá ser directamente proporcional a la estatura considerando este parámetro como una norma de referencia.

El Índice de Masa Corporal (IMC) se determinó dividiendo el peso entre la talla al cuadrado ( $IMC = \text{Peso, kg} / \text{talla, m}^2$ ), estratificando a la población por nivel de IMC, según la clasificación de la NOM-043-SSA-2012 Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. (Secretaría de Gobernación, 2013)

Respecto a la grasa corporal, se calculó mediante el método de composición corporal, basado en la propiedad bioeléctrica del cuerpo humano de conducir la corriente eléctrica; usando el modelo SECA mBCA514.

La circunferencia abdominal se midió identificando el punto máximo de los glúteos en el plano horizontal y sin oprimir el abdomen, tomando en cuenta puntos de corte según: Clinical Practice Guidelines for the Management of overweight and obesity in adults, adolescents and children in Australia 2003 cintura para mujeres >0.80 m y para hombres >0.90 m, porcentaje de grasa magra para mujeres 20-27% y hombres 8-24%.

### *Análisis estadístico*

Se registraron los datos en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2013, para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistical Package for Social Sciences, versión 22.0 (SPSS, Chicago, IL, EE.UU.). En el análisis estadístico descriptivo se incluyó como medida de tendencia central la media y como medidas de dispersión el valor mínimo, máximo y la desviación estándar (D.E.).

### *Resultados*

Las características de los participantes se describen por sexo en la Tabla 1. en el cual predominó el sexo masculino con un 55.5%, la edad promedio fue de 18.19 años en general, con una D.E. de  $\pm 0.46$  años, de los cuales trabaja y estudia el 12.2%, encontrando insertadas en el campo laboral a las mujeres en 1.2% más que los hombres; con respecto al peso se encontró una  $\bar{X}$  65.19Kg., D.E. 15.9Kg.; una talla  $\bar{X}$  1.64m, una D.E. 0.08 m; un IMC con  $\bar{X}$  23.99 Kg/m<sup>2</sup>, con una desviación típica de  $\pm 4.90$  y rangos que van de 14.54 a 47.05; la circunferencia abdominal media fue de 0.82m y D.E. 0.13m; con respecto al Índice de Masa Corporal se encontró que el 67.3% se encuentran

en condiciones de sobrepeso o/y obesidad, cabe hacer mención que no hay una diferencia significativa con respecto al sexo, tal es el caso de los hombres quienes presenta un 36.8% de sobrepeso-obesidad y las mujeres con una diferencia menor en un 2.5%, que se define a detalle en la Tabla 2.

En la tabla 3. Se puede apreciar que el 28.2% de la población en estudio se encuentra fuera los parámetros normales, acentuándose en el sexo femenino en más del 50% de los universitarios, otro de los valores de referencia relevante como riesgo cardio-metabólico es la grasa visceral encontrando al 65.8% con este problema, reflejando mayor problema las mujeres más del 80% de ellas están con parámetros fuera de los normales; en el caso del perímetro abdominal la población presentó un 22.3% fuera de los parámetros normales, las mujeres presentaron un 25.3% del perímetro abdominal fuera de los límites normales con una diferencia menor en el caso de los hombres con un 5.5%.

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las características antropométricas y de bioimpedancia.

Característica	Mujer $\bar{X} \pm D.E$	Hombre $\bar{X} \pm D.E$
Edad	18.1±0.46	18.2±0.45
IMC	23.3±4.3	24.5±5.2
Circunferencia abdominal	0.77±0.09	0.85±0.14
Peso	57.6±11.7	71.2±16.2
Talla	1.57±0.05	1.7±0.06
(EWC) Agua extracelular	12.0±1.68	15.7±2.29
(ICW) Agua intracelular	15.9±1.91	23.8±2.84
(ECW/ICW) Hidratación	75.7±5.60	65.9±3.84
% agua corporal	49.55±5.05	56.95±6.42
(R) Resistencia	765.4±91.13	620±70.59
(Xc) Reactancia	64.5±7.31	62.7±6.99
Angulo de Fase ( $\phi$ (50kHz))	4.84±0.48	5.78±0.51
Percentil de ángulo de fase	22.61±23.58	17.89±21.00
Grasa visceral en litros	1.55±0.42	2.52±1.45
Agua corporal total	28.07±3.47	39.65±5.04
% masa magra	67.64±7.32	78.71±9.21

**Tabla 2.** Estratificación con base al IMC (kg/m<sup>2</sup>) en función del género.

Clasificación	Mujer		Hombre		Total	
	F	%	F	%	F	%
Bajo peso <18.5	20	11.2	13	5.9	33	8.3
Saludable 18.5 -24.9	97	54.5	128	57.7	98	24.5
Sobrepeso 25-29.9	48	27.0	50	22.5	225	56.3
Obesidad 30-39.9	13	7.3	27	12.2	40	10.0
Obesidad Severa > 40	0	0.0	4	1.8	4	1.0

El IMC considerado como el “Gold estándar” (Acuña K & Cruz T, 2004), para estimar el riesgo sobre la salud en las personas, mostro en el presente estudio

**Tabla 3.** Categorización de los resultados del bioimpedanciómetro.

Característica	Clasificación	Mujer	Hombre	Total (%)
Angulo de Fase ( $\phi$ (50kHz))	Fuera de parámetro	57.3	5.0	28.2
	Normal ( $\phi$ de 5°-10°)	42.7	95.0	71.6
Percentil de Angulo de Fase	Fuera de parámetro	86.5	88.7	87.8
	Normal ( $\phi$ de 50-100)	13.5	11.3	12.3
Masa magra %	Fuera de parámetro	82.0	40.5	59.0
	Normal ( $\phi$ (20-27%), $\phi$ (8-24%))	18.0	59.5	41.0
Grasa visceral	Fuera de parámetro	86.0	49.5	65.8
	Normal ( $\phi$ (1.2 L), $\phi$ (2.1 L))	14.0	50.5	34.3
Masa Magra	Fuera de parámetro	82.0	41.9	59.7
	Normal ( $\phi$ (73-80%), $\phi$ (76-92%))	18.0	58.1	40.3

<b>Agua corporal %</b>	Fuera de parámetro	3.4	21.6	13.5
	Normal ♀(45-60%), ♂(50-65%)	96.6	78.4	86.5
<b>Hidratación</b>	Fuera de parámetro	6.2	2.3	59.6
	Normal ♀(68-96%), ♂(58-82%)	93.8	97.7	40.3
<b>Perímetro abdominal</b>	Fuera de parámetro	10.1	32.4	22.5
	Normal ♀(≤0.80), ♂(≤0.90)	89.9	67.6	77.7

### Conclusiones

Es contundente el riesgo alto cardio-metabólico que presenta esta población de jóvenes universitarios de nuevo ingreso (acentuándose en las mujeres este problema), no sólo por los datos encontrados en el IMC, sino los niveles elevados de grasa corporal, grasa visceral y fuera de rangos normales el ángulo de fase, siendo una medida de alerta sobre los riesgos de padecer diversas enfermedades crónicas no transmisibles (cardiovasculares tales como arteriosclerosis, hipertensión arterial, diabetes, dislipidemia, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y osteoartritis), siendo estas de las principales causas de muerte en la población adulta mundial. Con base a ello se deberán plantear estrategias y programas para promoción de la actividad física y hábitos saludables en población universitaria, inclusive aquellos programas académicos universitarios relacionados con el deporte, la educación física, y afines. En este sentido los profesionales del área de la salud (médicos, enfermeras, promotores de salud) en colaboración interinstitucional, independientemente de la seguridad social de estudiante, deberán asumir un adecuado manejo y aplicación sistemática entre la población de riesgo, dependiendo del diagnóstico y priorización de las necesidades, se deberán implementar estrategias de primer nivel de atención (promoción, educación y fomento a la salud) con miras a evitar el detrimento de la calidad de vida de los universitarios.

### Agradecimientos

Agradecimientos a los estudiantes que participaron en este proyecto, al personal docente y administrativo por otorgar las facilidades dentro de sus competencias, en particular al Departamento Económico administrativo.

### Conflictos de intereses

Los autores declaramos libremente no tener conflictos de intereses.

### Bibliografía

- Acuña K, & Cruz T. (2004). Avaliação do estado nutricional de adultos e. *Arq Bras Endocrinol Metab.*, 48(3):345-61.
- Berral de la Rosa, F. J., & Rodríguez Bies, E. (2007). Impedancia bioeléctrica y su aplicación en el ámbito hospitalario. *Medicgraphic*, 104-112.
- Espinosa Cuevas, M. d., Rivas Rodriguez, L., Gonzalez Medina, E. C., Miranda Alatraste, P., & Correa Rotter, R. (2007). Vectores de Impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana. *Revista de investigación Clínica*, 15-24.
- Salud, O. M. (17 de Junio de 2016). *Obesidad y sobrepeso Geneva*. Obtenido de World Health Organization: [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/)
- Secretaría de Gobernación. (22 de enero de 2013). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013)
- Tinahones F.J., Cardoña F., & Soriguer F. (2002). *Determinación de la composición corporal*. España: McGraw-hill. pp 65-69.

# La importancia de la implementación de prácticas en la asignatura de Toxicología

MCCA. María Sonia Hernández Duarte<sup>1</sup> Dra. América Rosana Gutiérrez Zúñiga<sup>2</sup> Dr. Jorge Humberto Zúñiga Contreras<sup>3</sup> Dr. Carlos Bancalari Organista<sup>4</sup> Dra. María Alicia Cervantes Avalos<sup>5</sup>

**Resumen-** A lo largo de los años los docentes de Toxicología han apelado a recomendar a nuestros alumnos y colegas de laboratorios, diferente bibliografía, muy valiosa, pero que tratan solo algunos aspectos de la analítica toxicológica y no la aplicación de la práctica. Durante muchos años, la Toxicología, fue la ciencia de los tóxicos e intoxicaciones, considerada como una rama de la ciencia forense y la criminología. Según Repetto, (1995) la Toxicología figura como ciencia independiente con el código 3214, dentro del grupo 32 de la Ciencias Médicas en el catálogo de Nomenclatura Internacional para los campos de la Ciencia y la Tecnología de la UNESCO. Hoy en día, está claro que el estudio de aplicación de la toxicología tiene tres áreas fundamentales: descriptiva, analítica, experimental; con sus distintas ramas: clínica, forense, ambiental, ecotoxicología, laboral, regulatoria, alimentaria, inmunotoxicología, toxicogenética

**Palabras Clave-** Equipos Analíticos, Repetividad, Toxicidad, Cuantificar, Evaluar.

## Introducción

La Toxicología Clínica incluye la prevención, diagnóstico y el manejo de las intoxicaciones. Los servicios de toxicología analítica proveen soportes para esta área de la Toxicología. Esta información emanada de la Toxicología analítica es variada y depende de la complejidad de los laboratorios. En muchos países en vías de desarrollo tales servicios no están disponibles, ya que no cuentan con un equipo de salud completo. Es por eso, que algunos laboratorios de análisis clínicos han desarrollado perfiles mínimos para ayudar a la urgencia toxicológica.

Tales pruebas podrían realizarse en laboratorios básicos que están habilitados en la mayoría de los hospitales. Estos no hace referencia a procedimientos complejos como cromatografía gas-líquido (GC), cromatografía líquida de alta performance o resolución (HPLC), espectrofotometría de absorción atómica, espectrometría de masas, etc. Entrenando al personal del laboratorio se podrían llevar a cabo estos procedimientos y proporcionar un servicio de análisis toxicológicos. Un laboratorio toxicológico proporciona resultados epidemiológicos, de diagnóstico, terapéuticos, etc., en el ámbito clínico, laboral, legal, deportivo, etc., donde los posibles errores analíticos pueden influir enormemente en la libertad y derechos civiles del individuo y en la salud. Por ello, las mediciones analíticas deben realizarse de forma tal que satisfagan un requerimiento acordado como ser un sistema de calidad que produzca resultados de alta calidad. También es necesario contar con un control de calidad que diseñe las actividades para proporcionar dichos resultados y por último una garantía de calidad que asegure que las actuaciones del control de calidad se ejecuten correctamente. A lo largo de los años los docentes de Toxicología han apelado a recomendar a nuestros alumnos y colegas de laboratorios, diferente bibliografía, muy valiosa, pero que tratan solo algunos aspectos de la analítica toxicológica dirigidos a resolver problemáticas que involucran en forma particular a plaguicidas, o drogas de abuso, o específicamente intoxicaciones medicamentosas, animales ponzoñosos y plantas de ornato (es el fundamento de esta investigación) o aquellas relacionadas a problemas ambientales, abordando únicamente el tratamiento y determinación de compuestos tóxicos volátiles, productos de combustión y/o partículas, polvos, humos y vapores, u otras problemáticas particulares.

Una de las problemáticas que se presentan con los alumnos es la falta de prácticas de campo sobre esta asignatura ya que los mismos son preparados teóricamente pero dista mucho de tener conocimiento práctico sobre los procedimientos analíticos de la toxicología, La necesidad de formar profesionistas integrales en el área química,

<sup>1</sup> MCCA. María Sonia Hernández Duarte. es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías), Tlaquepaque, Jalisco México. [soniduarte@hotmail.com](mailto:soniduarte@hotmail.com) (Autor Corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. América Rosana Gutiérrez Zúñiga es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), Ocotlán, Jalisco, México [goys\\_62@yahoo.com.mx](mailto:goys_62@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Jorge Humberto Zúñiga Contreras es Profesor de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), Ocotlán, Jalisco México. [jorgezuco6@gmail.com](mailto:jorgezuco6@gmail.com)

<sup>4</sup> Dr. Carlos Bancalari Organista es Profesor de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías), Tlaquepaque, Jalisco

<sup>5</sup> Dra. María Alicia Cervantes Avalos Zúñiga es Profesora de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega), La Barca. Jalisco. [ali.cavalos@hotmail.com](mailto:ali.cavalos@hotmail.com)

bióloga y farmacéutica, dio la pauta para implementar prácticas en la asignatura de Toxicología que coadyuven al fortalecimiento de la teoría adquirida y aprendida a lo largo de cursar la curricula completa; y cuando se menciona formar es para delimitar el conocimiento, pues lo que se pretende no solo es informar sino formar profesionistas que al salir de la aulas puedan ejercer de manera total dicha profesión. El mundo globalizado exige profesionistas preparados que puedan enfrentar con determinación los retos que se les presentaran, por lo tanto deben conocer como determinar los analíticos en muestras biológicas, extracción y la cuantificación de ellos por los diferentes equipos analíticos que se encuentren en el laboratorio, las propiedades fisicoquímicas de los agentes tóxicos para poder identificarlos y dar un resultado verídico, ético y profesional, es por esto que se justifica que los conocimientos que han adquirido se complementen con el binomio teoría-praxis para lograr un profesionista integral.

El procedimiento analítico incluye, usualmente, dos pasos: un análisis preliminar que permita identificar las muestras negativas, que no contienen ninguna sustancia o metabolito, o detectar las drogas u otros tóxicos que pudieran estar presentes en la muestra; el segundo paso sería la confirmación de la identidad de las sustancias presentes en las muestras positivas.

Antes de emitir el informe, todos los datos analíticos deben ser revisados por una persona con capacidad científica y con experiencia en los métodos analíticos empleados. La revisión debe incluir, al menos, documentación sobre la cadena de custodia, validez de los datos analíticos cualitativo y cuantitativos (cromatogramas de la muestra, de patrones y de un blanco) y datos del control de calidad. Por último se emitirá un informe escrito que presente los resultados del análisis y toda la información relevante de forma clara, exacta y sin ambigüedades (International Standards Organization, 1982).<sup>1</sup>

La importancia y trascendencia de los análisis toxicológicos ha motivado que algunos organismos internacionales establezcan normativas para garantizar la calidad y fiabilidad de los resultados. Entre ellos se encuentran el National Institute of Drugs of Abuse (NIDA, 1988), la Society of Forensic Toxicologists y la American Academy of Forensic Sciences (SOFT/AAFS, 1997), la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1993), la International Association of Forensic Toxicologists (TIAFT, 1994) y la Society of Hair Testing (SHT, 1997).

Los avances en la instrumentación analítica permiten aumentar la sensibilidad en las determinaciones de las sustancias que se desean investigar, lográndose cuantificar cantidades del orden de los femtogramos. Si bien ello es altamente deseable para el analista toxicológico,<sup>2</sup> pueden presentarse en algunos casos el riesgo de informar resultados falsos positivos especialmente en los análisis de drogas de abuso. Debido a ello, deben establecer valores de corte o cut-off, también llamados umbrales positivos. Estos valores de corte son las concentraciones de los analitos por encima de las cuales se considera como seguro un resultado positivo. Estos valores tendrían que estar consensuados entre todos los laboratorios y deberían ser diferentes según se aplicaran en toxicología clínica, forense, laboral, ambiental, etc.

Dentro de las prácticas se utilizan diagramas de flujo conocidos como procedimientos de las extracciones de las muestras biológicas.

Por otra parte se busca que el aprendizaje sea significativo como lo menciona Ausubel<sup>3</sup> plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras.

A manera de ejemplo en química, si los conceptos de sistema, trabajo, presión, temperatura y conservación de energía ya existen en la estructura cognitiva del alumno, estos servirán de subsunsores para nuevos conocimientos referidos a termodinámica, tales como máquinas térmicas, ya sea turbinas de vapor, reactores de fusión o simplemente la teoría básica de los refrigeradores; el proceso de interacción de la nueva información con la ya existente, produce una nueva modificación de los conceptos subsunsores (trabajo, conservación de energía, etc.), esto implica que los subsunsores pueden ser conceptos amplios, claros, estables o inestables. Todo ello depende de la manera y la frecuencia con que son expuestos a interacción con nuevas informaciones.

La característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación), de tal modo que éstas adquieren un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los subsunsores pre existentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva.

El aprendizaje por descubrimiento involucra que el alumno debe reordenar la información, integrarla con la estructura cognitiva y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el aprendizaje deseado. Si la condición para que un aprendizaje sea potencialmente significativo es que la nueva información interactúe con la estructura cognitiva previa y que exista una disposición para ello del que aprende, esto implica que el aprendizaje por descubrimiento no necesariamente es significativo y que el aprendizaje por recepción sea obligatoriamente mecánico. Tanto uno como el otro pueden ser significativo o mecánico, dependiendo de la manera como la nueva información es almacenada en la estructura cognitiva; por ejemplo el armado de un rompecabezas por ensayo y error es un tipo de aprendizaje por descubrimiento en el cual, el contenido descubierto ( el armado) es incorporado de manera arbitraria a la estructura cognitiva y por lo tanto aprendido mecánicamente, por otro lado una ley física puede ser aprendida significativamente sin necesidad de ser descubierta por el alumno, está puede ser oída, comprendida y usada significativamente, siempre que exista en su estructura cognitiva los conocimientos previos apropiados.

### **Descripción del Método**

En esta primera fase de la investigación se diseñó y aplicó una encuesta, de carácter exploratorio, cuyo objetivo principal fue recoger información primaria, anónima, sobre las opiniones de los alumnos de educación superior al respecto. La encuesta estuvo enfocada a obtener información sobre algunos aspectos, objetivos y subjetivos (percepciones), de los educandos.

### **Comentarios Finales**

**Resumen de Resultados.** La muestra fue de 50 estudiantes de grados diferentes, encuesta con 10 preguntas, (Consultar apéndice 1) Se encontraron evidencias claras de la necesidad de que esta asignatura se le diera mayor difusión e importancia impartándose dentro de los laboratorios, en este caso no se consideró necesario graficar las respuestas pues se encontró coincidencia en las respuestas, por lo tanto se considera comentar los resultados mas que graficarlos, en lo que se refiere a las preguntas 1 a la 3 y de la 5 a la 8, todos coincidieron con un SI rotundo, en lo que respecta a la numero 4, La gran mayoría contestó que se hicieran prácticas para reafirmar la teoría, pues aquí se veía específicamente, y conocer verídicamente lo que es la asignatura y no solo en los libros.

En lo que se aprecia en las respuestas de las preguntas 9 y 10, aunque hubo diversidad de respuestas todas convergen en lo mismo: Aplicación de lo que se aprende y se vuelve mas didáctico, aprender a manejar la instrumentación del laboratorio y su aplicación, reforzamiento de la teoría con la realidad, mejor comprensión de las técnicas y métodos empleados en el análisis toxicológicos, tener mejor asimilación del conocimiento logrando un aprendizaje significativo y real.

### **Conclusiones.**

Los educandos consideran que eso aparte de aportar mejoras al aprendizaje tendrían oportunidad de combinar la teoría con la practica reafirmando. La mayoría de jóvenes respondieron que dichas prácticas ayudarían al desarrollo intelectual y profesional adquiriendo habilidades para la vida laboral, logrando una integración e interacción del conocimiento. Aprender a manejar la instrumentación del laboratorio y su aplicación a la toxicología, así como la aplicación de lo aprendido en las clases teóricas, En el transcurso de la asignatura los alumnos se vio el interés por conocer cómo podrían identificar, separar algunos tóxicos, así mismo, como la elaboración de carteles.

El objetivo de la implementación de las prácticas se cumplió en su totalidad, donde los alumnos tuvieron disponibilidad, creatividad, habilidades no solo conceptuales sino cognitivas, que provocaron un crecimiento intelectual de autoestima y de identificación con su carrera.

Donde concluyeron que esta asignatura es tan amplia que se puede utilizar, tanto en el humano como en otras áreas (Aire, suelo, agua, ect.,).

### **Referencias**

- 1 Guía de Trabajos Prácticos de Toxicología y Química Legal. Facultad de Farmacia y Bioquímica. UBA. 2000.
- 2 Basic Gas Chromatography series Techniques in Analytical Chemistry, Ed. Wiley and Sons, 1998.
- 3 Ausubel-Novak-Hanesian. (1983) Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo .2º Ed. TRILLAS México
- 4 Flanagan, R.J. (1995) et al., Basic Analytical Toxicology. Ed.(WHO). Geneva.
- 5 Guía de Trabajos Prácticos de Toxicología y Química Legal. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. 2002

### Apéndice ENCUESTA

Lee cuidadosamente cada pregunta y contesta de acuerdo a lo que sea tu consideración.  
GRACIAS POR TU APOYO

1. ¿Te gusta la materia de TOXICOLOGIA?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
2. ¿Te parece una asignatura importante en el plan de estudios?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
3. ¿Se te dificulta el estudio de la asignatura de toxicología?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
4. ¿Qué propones para hacer más fácil el aprendizaje?
5. ¿Estás de acuerdo en que algunas clases se impartan en el laboratorio?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
6. ¿Te gusta ir al laboratorio?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
7. ¿Disfrutarías del tiempo en el laboratorio?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
8. ¿Consideras que clases prácticas aportarían mejoras a tu aprendizaje?  
SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
9. ¿En qué te ayudaría tener clases con prácticas?
10. ¿Crees que el tener clases prácticas podrían ayudar al desarrollo intelectual y profesional del estudiante?

### BIBLIOGRAFÍA

Autores.

Bañuls M.V. (1970) et al. Cromatografía de Gases I. Ed. Alhambra.

Buonomo (2000) et al. Introducción a la Cromatografía Gaseosa. Asociación Química Argentina. División Cromatografía..

Clarke's Isolation and identification of drugs (in pharmaceuticals, body fluids and post mortem material). 2nd Ed. The Pharmaceutical Society of Great Britain. London, 1986.

E. Ardrey Robert John Wiley & Sons, (2003) Liquid Chromatography – Mass Spectrometry: An Introduction.

Frejaville, J.P. et al. (1979) Toxicología Clínica y Analítica. Ira ed. Ed. JIMS. Barcelona

Snyder y Kirkland (1979) Introduction to Modern Liquid Chromatography, , Ed. Wiley and Sons,.

Tamayo y Tamayo, Mario (2004). El Proceso de Investigación Científica. 4ta. Edición, Limusa México.

Guías

# TICs en Educación: Nuevas herramientas y nuevos paradigmas: Entornos de Aprendizaje Personalizados en dispositivos móviles

M.C. Rita Hernández Flores<sup>1</sup>, M.C. Eduardo Hernández Flores<sup>2</sup>, Montserrat del Carmen Muñoz Velázquez<sup>3</sup>,

**RESUMENE:** El Informe Horizon para Iberoamérica prevé que en tres años la tecnología móvil, hoy emergente, tendrá un potencial de impacto en la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la expresión creativa en el ámbito educativo global. Considerando este marco de referencia y la evolución actual de los dispositivos móviles, surgen posibilidades muy interesantes que enriquecen los ambientes de aprendizaje, al tener la posibilidad de armar entornos personalizados para cada necesidad. Se definen y describen los entornos personalizados de aprendizaje (EPA) y se da un ejemplo genérico y otro particular, con aplicaciones que se probaron en smartphones y tablets.

**Palabras Clave:** m-learning, dispositivos móviles, entornos personalizados de aprendizaje

The Horizon Report for Latin America expected that in three years mobile technology, emerging today, will have a potential impact on teaching, learning, research and creative expression in the global education. Given this framework and the current evolution of mobile devices, arise very interesting possibilities that enrich learning environments, having the ability to build custom environments for every need. define and describe personalized learning environments (EPA ) and a generic example is given and another particular applications that were tested on smartphones and tablets

**Keywords:** m -learning, mobile devices, personalized learning environments

## Introducción

En la actualidad los estudiantes y los docentes viven en un ámbito digital que no encuentran en la Universidad, y como enfatiza Castells, el problema "no se reduce al equipamiento tecnológico, sino que implica la necesidad de un cambio cultural y organizativo" (Castells, 2010).

Esto no significa tan solo incorporar tecnología. "El desafío consiste en crear las condiciones para la apropiación social y más aún para el desarrollo local de estas tecnologías, de líneas para la investigación aplicada y tecnológica que creen las bases para los nuevos negocios que ya han comenzado a aparecer. Esta nueva oleada tecnológica requiere de manera impostergable renovar la educación en todos sus niveles, la investigación básica, así como cambiar radicalmente los paradigmas científicos y educativos predominantes" (Libro Blanco de la Prospectiva TIC, 2009).

Castells (2010) afirma que la educación puede ser transformada y a su vez puede provocar transformaciones, pero lamentablemente, es la menos transformada. Se puede apreciar un desfase creciente entre los estudiantes y su entorno pedagógico, así se puede ver que los nacidos en un mundo digital, se caracterizan porque reciben información en forma rápida y la comparten, a su vez disfrutan de los procesos y las multitareas en paralelo, están

inmersos en la cultura del gráfico antes que el texto y prefieren los accesos al azar del tipo hipertexto. Funcionan mejor cuando trabajan en red pensando en jugar en "serio" en lugar de trabajar y son capaces de inventar los instrumentos que utilizan para resolver sus propios problemas.

Muchos de quienes se van "adaptando" al mundo digital, se caracterizan por guardar la información bajo el lema: "el conocimiento es poder" y sus estructuras mentales están modeladas por los procesos "paso a paso en forma secuencial", buscando resolver un problema a la vez. Su análisis se basa en el razonamiento deductivo y el aprendizaje se centra en la relación con conocimientos previos. Muchas veces deben imprimir un documento digital para poder leerlo o corregirlo y prefieren llamar telefónicamente a una persona para avisarle o confirmarle que se

---

<sup>1</sup>La M.C. Rita Hernández Flores es catedrática del Instituto Tecnológico de Orizaba, del área de Sistemas y Computación, ritahf01@hotmail.com; jefe de Oficina de Proyectos de Docencia en el Depto. de Sistemas y Computación; Maestría en Ciencias de la Educación; actualmente estudiando el Doctorado en Educación

<sup>2</sup>El Ing. Eduardo Hernández Flores es catedrático del Instituto Tecnológico de Orizaba, del área Ingeniería Electrónica, [eduardohef@hotmail.com](mailto:eduardohef@hotmail.com); Maestría en Ingeniería Administrativa en el Instituto Tecnológico de Orizaba; fue jefe del Depto. de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Orizaba; fue subdirector de Planeación en el Instituto Tecnológico Gustavo A. Madero

<sup>3</sup> Montserrat del Carmen Muñoz Velazquez es estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, cursando el 3er semestre, con numero de control 15011203



le ha enviado un sms o un e-mail (Cabero, 2011a).

(...) *“Uno de los paradigmas que hay que romper es aquel que señala que educación es aquello que se da según lo cual el educador imparte educación y el educando la recibe.*

(...). *La educación pasa por la investigación, por la búsqueda personal de esos conocimientos, su procesamiento, su recreación, y no por la recepción de conocimientos, su memorización y su almacenamiento.*

*Para el sector de la educación la ruptura de ese paradigma provoca todavía mucho rechazo, porque el educador pierde su condición de Dios Padre que baja la palabra divina, para convertirse en un orientador en el mundo de la investigación. Es un rol diferente, implica otro tipo de poder y nuevos aprendizajes” (Finquelievich, 2002).*

Cabero (2011) resume que la evolución del perfil del profesor se concreta como un diseñador de situaciones de aprendizaje mediadas o diseñador de nuevas escenografías para facilitar los aprendizajes, con un replanteo de los contenidos y su alcance, dado que en la clase real los contenidos se relacionan con un carga horaria y en las clases virtuales a veces están un poco desmedidos ya que relacionan con materiales intangibles.

También hay que pensar en nuevas formas de acceso a los contenidos usando tecnologías con nuevas metodologías activas y criterios de evaluación acordes a ellas. La idea es crear entornos adaptados a cada necesidad, pensando en qué es lo que se quiere hacer, cómo se lo quiere hacer y para quién se lo quiere hacer, con una buena base pedagógica que sustente a la tecnología, ya que ésta por sí sola no resuelve el problema de los aprendizajes.

Siguiendo las ideas de Chen (2010), se observa que presenta seis frentes de innovación que se deben considerar al intentar redefinir las escuelas, la enseñanza y el aprendizaje que son:

1) El frente del pensamiento: a fin de evitar los enfrentamientos entre las distintas teorías pedagógicas, buscando tomar lo mejor de los diferentes enfoques.

2) El frente del currículo: a fin de redefinir lo que se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa, en favor del aprendizaje basado en proyectos, educadores creativos y contenidos relacionados con la vida cotidiana de los estudiantes.

3) El frente de la tecnología: mediante Internet, los celulares, la formación online, las plataformas, y la posibilidad de

que los estudiantes aprendan más y más rápido, además de ayudar a los profesores a un proceso de aprendizaje más visible para ellos mismos y sus estudiantes.

4) El frente del tiempo y el espacio: el aprendizaje se puede dar durante todo el día y durante todos los días del año. Esto puede dar lugar a experiencias enriquecedoras y más democráticas

5) El frente de la coeducación: en vez del modelo tradicional del profesor en el aula con treinta alumnos, los profesores forman un equipo de coeducadores, con otros docentes y expertos en la comunidad educativa mediante recursos on line.

6) El frente de los jóvenes: la juventud de hoy es la primera generación en llevar dispositivos móviles adonde quiera que vayan. Aprenden de una manera totalmente diferente y están enseñando cómo reorganizar el nuevo sistema educativo

Tomado el tercer frente, la presencia creciente de tecnologías que hoy en día son móviles, exige nuevas formas de innovación y de competencias para los docentes. Dado que: *“Los alumnos llevan la herramienta del cambio en el bolsillo. Cada pieza que se crea para los alumnos, cada medio, puede expresar la creatividad del ser humano y todos pueden estar en el teléfono móvil”* (Chen, 2010).

### **Entornos Personalizados de Aprendizaje (EPA)**

En la actualidad el rol docente no está centrado tanto en "enseñar" conocimientos que tendrán una vigencia limitada y que estarán siempre accesibles, sino en la forma de ayudar a los estudiantes a "aprender a aprender" de manera autónoma, promover su desarrollo cognitivo y personal mediante actividades que sean desafiantes y a la vez críticas, y que tengan en cuenta sus características y que exijan un involucramiento activo en el proceso de construcción de conocimiento. (Piattini y Mengual Pavón, 2008).

En este sentido, muchos docentes y alumnos poseen dispositivos móviles de telefonía celular, mp3, ipads, tablets. Estas nuevas tecnologías crean nuevas condiciones de aprendizaje y pueden también inducir nuevas formas de continuar aprendiendo. Surge lo que se denomina el m-learning que no sólo consiste en usar dispositivos móviles, sino en aprender a través de contextos reales y virtuales.

Estos dispositivos se pueden integrar a los EPA (Entornos Personales de aprendizaje). Existen dos corrientes bien diferenciadas sobre el concepto de un EPA: la pedagógica y la tecnológica. *“En la vertiente pedagógica, se concibe un PLE (Personal Learning environment según sus siglas en inglés) como un cambio en la metodología educativa que promueve el autoaprendizaje por medio de la utilización de recursos Web. Es un sistema centrado en la figura del estudiante que le permite tomar el control de su propio proceso de aprendizaje de forma que pueda fijar sus propios objetivos, gestionar su actividad y comunicarse con otros. Y la corriente tecnológica percibe un PLE como una plataforma software compuesta por un repositorio de contenidos y distintas herramientas de gestión y de comunicación. Un ejemplo de PLE puede ser la composición de un LMS1, varios servicios Web 2.0 y el eportfolio. Sin embargo, pocas infraestructuras software se han creado hasta ahora. Un motivo puede ser porque los PLE no tienen por qué ser realmente un sistema a desarrollar, sino más bien, varias herramientas a integrar”* (Cabero, 2011).

Bunchen, Attwell y Torres (2011a,b) definen PLE como *“un concepto relacionado con el uso de la tecnología para el aprendizaje centrado en la apropiación de herramientas y recursos por parte del aprendiz”*.

El concepto se originó en una sesión de la Conferencia JISC/CETIS de 2004, y el término apareció en una publicación de Olivier and Liber (2001). *“Desde entonces, además de cursos, seminarios, etc., se han publicado algunos números monográficos en revistas científicas (Digital Education Review, International Journal of Virtual and Personal Learning Environments o Interactive Learning Environments), se han celebrado dos congresos internacionales (The PLE Conference, Barcelona 2010 y Southampton 2011), se han publicado decenas de artículos y blogposts (...) se han realizado varios cursos online masivos abiertos (...) y ha sido el concepto central de diversos proyectos de investigación”* (TIES, 2012).

Existen diversas ideas de lo que es un PLE, al menos en la teoría: ya sea que pertenezcan a la institución o al individuo; individuales o compartidos; basados en una plataforma común o resultantes de la suma de varias herramientas o aplicaciones; existiendo una larga lista de otras opciones y combinaciones.

Torres Kompen (2012) analiza y compara una selección de en torno a 50 artículos y blogs cuyo enfoque principal son los PLE en cualquiera de sus variantes, a fin de dar una visión general del tema y del estado de la cuestión, y explorar temas y tendencias.

En resumidas cuentas, Los PLEs son una nueva manera de entender el aprendizaje en la era digital donde, el aspecto más relevante está relacionado con el cambio de perspectiva sobre dónde se sitúa el protagonista en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. En contraposición a la forma tradicional centrada en el profesor y los materiales, que domina la enseñanza presencial y el e-learning, los PLEs sitúan el eje de la acción en el aprendiz.

Frente a un currículum “igual para todos, cerrado y estandarizado”, los PLEs personalizan el aprendizaje permitiendo la construcción guiada, individual y colectiva, del conocimiento. Por ello, un PLE requiere de un aprendiz que seleccione recursos y fuentes de información relevantes, herramientas para acceder, gestionar, crear y compartir dicha información (más allá de los LMS tradicionales) y alienta a la creación de una red personal de aprendizaje formada por todas las personas relacionada a los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Así, el aprendiz mediante su PLE no es solo un consumidor, sino también un creador y difusor de conocimiento (TIES, 2012).

El futuro de los PLEs se visualiza mediante la integración de sus conceptos esenciales en las prácticas educativas, de forma transversal. Pero antes hay que dar respuesta a cuestiones importantes como las arquitecturas tecnológicas y estrategias institucionales de implementación (Casquero et al., 2010 y 2011), los cambios didáctico-metodológicos desde la perspectiva teórica y normativa, así como la organizativa y práctica, también los roles tradicionales de docentes y aprendices y la certificación de competencias adquiridas de modo informal en estos entornos (Mozilla Foundation, 2011) que son la base de la formación continua (Adell et al., 2012).

La forma más usual de aprendizaje personal se da en colaboración con los pares y docentes creando un ecosistema, con la necesidad de adquirir la competencia de “aprender a aprender”.

### **m-Learning y dispositivos móviles.**

El m-learning es una forma de enseñanza y de aprendizaje que usa los dispositivos móviles pequeños y de mano, tales como los teléfonos celulares, las agendas electrónicas, las tablets, los i-pods y otros aparatos que tengan conectividad inalámbrica. La tecnología móvil, permite una mayor flexibilidad que en elearning en cuanto a: tiempo, espacio y lugar, que fortalece la interacción y el apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y los procesos de comunicación en el modelo educativo seleccionado (Pinkwart et al., 2003). Los sistemas de m-learning constan de dos partes: una de ellas es el propio e-learning, que aporta los contenidos y la otra el dispositivo que sumado al protocolo de comunicaciones aporta la movilidad. Los dispositivos móviles seleccionados para el diseño del EPA, son teléfonos inteligentes o smartphones que ofrecen la posibilidad de instalación de programas y proveen de conectividad y las tablets que son de un tamaño mayor, poseen un funcionamiento intuitivo y natural dado que se operan con las manos y merced al sistema operativo que usan, son de muy fácil manipulación. Para poder elaborar los contenidos y las actividades hay que efectuar un cambio en la representación y para transmitirlos con mayor anticipación y fiabilidad, se debe efectuar un reordenamiento desde la concepción constructivista del aprendizaje. A nivel local se está desarrollando una investigación (Herrera y Fennema, 2011) en el ámbito de la educación superior.

*Cuando se trata de m-learning se habla de movilidad, espontaneidad, objetos de aprendizaje, conectividad, 3G, bluetooth, redes, aprendizaje situado, situaciones reales, constructivismo, colaboración, etc.* En el mlearning se promueve una organización más atomizada de los contenidos, en forma similar a cuando se trabaja con objetos de aprendizaje (OA) (Ramírez, 2007) y se recomienda subdividir los temas en unidades de contenido pequeñas, con información completa y autocontenida. En el e-learning las actividades están centradas en lecturas, textos y gráficos para trabajar los contenidos y, en el *m learning* se utiliza más la voz, los gráficos y las animaciones en las acciones formativas y se promueve más el aprendizaje de campo (Laouris y Eteokleous, 2005). Pero, el diseño de actividades *se centra en el contenido que se va a transmitir y en la estrategia que se va a utilizar y no en la forma de entrega de las mismas.*

Los exámenes son más rápidos, con consultas de audio y vídeo, con inclusión de organizadores previos en cada módulo y adaptados al medio móvil. La evaluación requiere que el alumno se comprometa con su propio aprendizaje, y que asuma la responsabilidad a fin de encontrar en la autoevaluación una forma que le permita conocer su propia evolución. Esta forma de trabajo representa una transformación muy fuerte de lo que tanto los estudiantes como los docentes deben hacer y que consiste en: “*aprender, desaprender y reaprender*” para adecuarse a los cambios del paradigma de enseñanza y aprendizaje.

Conforme a lo planteado, el Informe Horizon 2010 Edición Iberoamericana prevé que en un año serán tecnologías usuales: los entornos colaborativos y los medios sociales, en tres años los contenidos abiertos y la tecnología móvil y en cinco años la web semántica y la realidad aumentada (García et al., 2010).

Este informe es el resultado del Proyecto Horizon del New Media Consortium. Esta investigación cualitativa que se inició en 2002 e identifica y describe las tecnologías emergentes con mayor potencial de impacto en la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la expresión creativa en el ámbito educativo global.

En el período de dos a tres años incluye dos tecnologías disponibles, pero todavía un poco lejos del uso habitual en la educación que son: *el contenido abierto y los móviles*. En cuanto al contenido abierto en Iberoamérica, la tendencia hacia el contenido abierto tiene dos grandes vertientes: a) refleja un cambio en la manera en que las instituciones académicas conceptualizan el aprendizaje como algo que tiene más que ver con la producción de conocimiento que con la transmisión de información en sus cursos y b) el hecho de que el horizonte de adopción se sitúe en un margen de dos a tres años se justifica por las necesidades y la situación de los países de Iberoamérica en relación con otras regiones en dos aspectos: una llegada más amplia de las TICs y la barrera de la lengua para una adopción más rápida de los contenidos abiertos.

Respecto de los móviles se puede ver que se están convirtiendo en una parte indispensable de la vida diaria y ello se debe a la facilidad y velocidad con que se puede acceder a Internet gracias a las redes de telefonía móvil y a las conexiones inalámbricas. Existe todo un conjunto de dispositivos móviles (teléfonos, smartphones, tablets, e-readers, netbooks, etc.) que ejecutan aplicaciones que permiten realizar una gran variedad de tareas y facilitan el acceso a servicios disponibles en la red que se amplían cada día y que, en su mayoría, son de acceso gratuito. En Iberoamérica, algunos de estos dispositivos han traspasado los niveles sociales, lo que permite aumentar las posibilidades de acceso rápido a información en cualquier lugar, lo cual permite “*imaginar diseños pedagógicos más flexibles y contextualizados*” (García et al., 2010).

### **Android, sistema operativo para móviles.**

Android (Androide en inglés) hace referencia a la novela de Philip K. Dick ¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?, que fue adaptada al cine como Blade Runner y se centran en un grupo de androides llamados replicantes del modelo Nexus- 6. El logotipo es el robot "Andy" y es un sistema operativo para dispositivos móviles (tanto teléfonos inteligentes como tablets). Hoy en día es el principal producto de Open Handset Alliance, un grupo de fabricantes y desarrolladores de hardware, software y operadores de servicio. Dispone de una gran comunidad de desarrolladores que escriben Las aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos de las cuales, dos tercios son gratuitas y están disponibles para la tienda de aplicaciones oficial de Android que es el Android Market o su actualización, PlayStore, sin tener en cuenta aplicaciones de otras tiendas no oficiales para Android, como pueden ser la App Store de Amazon o la tienda de aplicaciones Samsung Apps de Samsung.

Los programas están escritos en el lenguaje de programación Java y no es un sistema operativo libre de malware. El sistema Android apareció en noviembre de 2007 junto con la creación de la Open Handset Alliance, consorcio de 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abierto. Google liberó la mayoría del código de Android bajo la licencia Apache, que es libre y de código abierto. Actualmente Android posee aproximadamente el 32,9% de cuota de mercado a escala mundial de los teléfonos inteligentes, por delante de Symbian que posee aproximadamente el 30,6%. En tercer lugar se sitúa iOS con un 16% del mercado.

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java, son orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución. Las bibliotecas escritas en lenguaje C incluyen un administrador de interfaz gráfica (surface manager), un framework OpenCore, una base de datos relacional SQLite, una API gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de Renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic. El sistema operativo está compuesto por 12 millones de líneas de código, incluyendo 3 millones de líneas de XML, 2,8 millones de líneas de lenguaje C, 2,1 millones de líneas de Java y 1,75 millones de líneas de C++.

Android ha tenido numerosas actualizaciones desde su liberación inicial. Estas actualizaciones al sistema operativo base típicamente arreglan "bugs" y agregan nuevas funciones. Generalmente cada actualización del sistema operativo Android es desarrollada con un nombre en código de un elemento relacionado con postres (Honeycomb en las versiones 3.0, 3.1 y 3.2).

### **Aplicaciones y herramientas para EPA en dispositivos móviles,**

Android se puede usar como una herramienta de trabajo y de aprendizaje. La opción es posible sobre todo porque es una solución basada en software libre. En algunos casos, Android provee de algunas soluciones que son más eficaces que las de los competidores, como ocurre con la integración de las múltiples agendas de contactos (SIM, redes sociales, correo electrónico, etc.) y la posibilidad de una gestión de la información más global entre distintas aplicaciones. También está condicionado por el modelo del dispositivo en el cual se disponga de Android, si éste es de gama alta o baja. En dispositivos de gama baja es más difícil obtener un buen rendimiento de las opciones que ofrece el sistema operativo para móviles de google. Un archivo con extensión .apk es un paquete para el sistema operativo Android. Este formato es una variante del formato JAR de Java y se usa para distribuir e instalar componentes empaquetados para la plataforma Android para smartphones y tablets.

Un archivo .apk normalmente contiene lo siguiente: AndroidManifest.xml, classes.dex, resources.arsc, res (carpeta). META-INF (carpeta). El Formato apk es básicamente un archivo comprimido ZIP con diferente extensión por lo cual pueden ser abiertos e inspeccionados usando un software archivador de ficheros como 7-Zip, Winzip, WinRAR o Ark. El tipo MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) definido para .apk es application/vnd.android.packagearchive, o sea Application Package File (APK)

Entre las opciones fundamentales a integrar que fueron probadas para el EPA en smartphones y tablets (Figura 1) se pueden destacar:

- 1) Dropbox, es un cliente móvil del servicio de alojamiento de archivos en la nube (Cataldi, 2011) que permite tener sincronizados determinados archivos de la computadora a los que se accede con más frecuencia.
- 2) Ever Note, es el servicio para crear anotaciones, ya sea de texto, mediante imágenes o con audio, y mantenerlas sincronizadas con el resto de equipos personales.
- 3) Everpaper, es el cliente de Instapaper, en el que se pueden marcar enlaces para consultarlos posteriormente y se la puede usar para artículos que llegan por el lector de feeds como para enlaces que entran por twitter o, incluso, por correo electrónico.

- 4) Google Reader, es el cliente oficial de Google para su servicio de suscripción y lectura de blogs.
- 5) Mustard, es un cliente de microblogging, para Android que se puede usar tanto para twitter como para participar en otras redes.
- 6) Twitter, es un cliente que cumple su cometido en forma eficiente si se lo compara con Peep. Cliente que trae Android, por defecto.
- 7) Thinking Space, es una herramienta que permite crear mapas conceptuales y mapas de ideas con un amplio conjunto de opciones y que es ideal para usar durante las clases. Otras aplicaciones que pueden formar parte de un Entorno Personal de Aprendizaje móvil con Android son aquellas destinadas al mantenimiento del sistema, por ejemplo:
- 8) AVG Mobilation, es la versión Android del conocido antivirus.
- 9) Advanced Task Killer, permite eliminar procesos activos liberando memoria de los dispositivos para mejorar su rendimiento, ya que aunque se cierre una aplicación, algunas siguen ejecutándose en segundo plano y consumen recursos.
- 10) Astro, es un gestor de archivos que permite acceder, mover, borrar archivos, tanto descargados desde Internet como generados en el mismo dispositivo.
- 11) Mini Info, una aplicación que permite consultar la información del smartphone así como gestionar algunas tareas: brillo, espacio ocupado, carga de batería, conexión wi-fi, conexión GPS, bluetooth, modos, etc.; desde una única pantalla
- 12) Documents To Go, para escribir, leer y editar documentos de word, excel y powerpoint, y acceder a google docs.
- 13) Ustream tv: Para ver y transmitir eventos en vivo desde el móvil.
- 14) Tape-a-talk, para grabar notas.

Algunas aplicaciones más que pueden resultar útiles son:

- 1) HootSuite, es un panel de administración de redes sociales que permite enviar mensajes para Twitter y Facebook y que acepta en envío de datos adjuntos.
- 2) Layar, es una aplicación para realidad aumentada, que muestra diversidad de capas de datos digitales sobre las imágenes reales que se pueden obtener desde la cámara.
- 3) Tweetcaster, aplicación para escribir sin tener que pensar en la limitación de los 160 caracteres.
- 4) Sugarsync, es un sistema de almacenamiento que resulta más barato que dropbox.
- 5) Android PDF reader, permite leer libros en formato pdf.
- 6) Amazon mp3, permite comprar canciones en buena calidad auditiva.

En el entorno de Aprendizaje para dispositivos móviles con Android para Química (Figura 2), probado para smartphones y tablets se pueden integrar las aplicaciones siguientes:

- 1) Tabla Periódica Merck, es una tabla periódica que brinda información adicional al pasar sobre el elemento dando el nombre entero, la clasificación, la posición del elemento, período, número del grupo y la masa atómica relativa, además de la fecha de descubrimiento y algunas particularidades del elemento. La M significa que se puede desplegar el menú. Brinda datos importantes tales como la masa atómica, el punto de fusión, densidad, número de oxidación, etc., una breve descripción del descubridor y foto del elemento. Según el estado físico, aparece a la izquierda una especie de rueda que permite ver los cambios según la temperatura. Otra opción interesante es el glosario.
- 2) Free Tabla Periódica, esta aplicación permite consultar y recoger información procedente de la Wikipedia sobre cada elemento.
- 3) Periodic Droid, permite buscar los 118 elementos, por nombre, símbolo o número, ofrece 50 propiedades, ordenables y copiables. Permite elegir las cuatro propiedades que más se usan para que aparezcan directamente en la

tabla. Se puede armar una lista de acceso rápido, ordenable en español y trae un modo test que se puede usar como autoevaluación.

4) Realcalc, es una calculadora científica para poder resolver los cálculos más habituales.

5) Chemistry Mobile (ChemMobile), es una ayuda para realizar cálculos estequiométricos y los balances para obtener un compuesto. Entre las herramientas que contiene posee una tabla periódica, que sirve para tener e identificar las propiedades de cada elemento. Tiene una colección de las fórmulas químicas más utilizadas, que se puede consultar para seleccionar la que resulte pertinente en un dado problema.

6) Perfect Cemistry, es un juego que permite balacear ecuaciones, calcular los coeficientes faltantes en las ecuaciones químicas, posee preguntas al azar sobre los elementos químicos, tiene una tabla periódica interactiva, además de poseer un glosario de 150 compuestos químicos.

7) Chemistry Quiz, es un juego de opción múltiple sobre conocimientos de química en el cual se pueden guardar los perfiles personales.

8) JCi Trivia Periodic Table, es una trivia para familiarizarse con los nombre de los elementos, posee un temporizador que permite armar un ranking personalizado de puntuación.

Figura 2: Entorno Personalizado de Aprendizaje para dispositivos móviles con Android para Química

### Conclusiones

Los resultados de la aplicación de un cuestionario de uso de dispositivos móviles, evidenció (Cataldi y Méndez., 2012) que son los alumnos quienes poseen los celulares de última generación, gastan más mensualmente y usan todas las herramientas de comunicación y las multimediales. Esto no sorprende ya que han crecido en una “generación móvil” y utilizan los recursos disponibles de un modo más natural sin recurrir a los manuales de uso.

Las investigaciones deben centrarse en modelos de soporte teóricos de enseñanza y de aprendizaje y de validaciones empíricas para la enseñanza y el aprendizaje en entornos que incluyan el uso de dispositivos móviles. Para ello, se deben diseñar entornos personalizados de aprendizaje para casos específicos y desarrollar los contenidos de e-learning para aprendizaje móvil ya que requieren, no solo de una adaptación a un medio “más reducido” sino de un modo novedoso y creativo para su presentación.

Luego de determinar las necesidades de los docentes y en base a las evidencias, la investigación continuará con las actividades siguientes:

- a) Se incorporarán dispositivos móviles como complemento a las clases presenciales, b) Se diseñarán situaciones de aprendizajes a fin de ver el nivel de recepción de los alumnos y los docentes,
- c) Se implementarán estas situaciones y los objetos de aprendizaje que se desarrollen para ellas,
- d) Se efectuará el seguimiento de la implementación y e) Se evaluará la propuesta y delinearán sus implicancias en el ámbito educativo seleccionado.

### Referencias

- Adell, J.; Castañeda, L.; Casquero, O. Peña, I. y Torres-Kompen, R. (2012) El futuro de los PLEs. Simposio Presente y futuro de los PLEs: conceptualización, práctica y crítica de los Entornos Personales de Aprendizaje. TIES 2012. III Congreso Europeo de Tecnologías de la Información en la Educación y en la Sociedad: Una visión crítica. Barcelona, 1, 2 y 3 de febrero de 2012.
- Buchem, I., Attwell, G., y Torres, R. (2011a). Personal learning environments – A comparative research study. En The PLE conference 2011. Disponible en <http://journal.webscience.org/548/>
- Buchem, I., Attwell, G., y Torres, R. (2011b). Understanding personal learning environments: Literature review and synthesis through the activity theory lens. En The PLE conference 2011. Disponible en <http://journal.webscience.org/658/>
- Cabero, J. (2011a) Efectos de la tecnología en el aprendizaje. Foro de aprendizaje 2.0. Conferencia 29 de setiembre. Jornada de difusión Expte. C 20100276. Hotel NH La Habana.
- Cabero J (2011b) El papel del profesor en los nuevos entornos tecnológicos: competencias, capacidades y necesidades de formación. Ponencia Edutec 2011. 26 a 29 de octubre del 2011 en Pachuca, Hidalgo, México.
- Cabero, J., Vázquez Martínez, A. I.; Infante Moro, A. y Santiesteban García, P. (2011) Personalización e interactividad en la Web 2.0: el cambio metodológico necesario. Citiced-Cread Caribe. 10 al 13 de Octubre.
- M., y Romo, J. (2010). iPLE network: An integrated elearning 2.0 architecture from a university's perspective. Interactive Learning Environments, 18(3), 293-308. doi:10.1080/10494820.2010.500553
- Casquero, O., Portillo, J., Ovelar, R., Romo, J., y Benito, M. (2011). Evaluating the affordances of an iPLE network in an undergraduate level online course. En The PLE conference 2011. Disponible en <http://journal.webscience.org/579/>
- Castells, M. (2010) Comunicación y poder, Madrid: Alianza.

- Cataldi, Z. (2012) Cloud Computing. Una alternativa empresarial aplicable al ámbito educativo para creación de ecosistemas compartidos. Enviado a Edutec 2012.
- Cataldi, Z. y Méndez, P. (2012) Dispositivos móviles en Educación Superior. Enviado a ISIEC 2012.
- Chen, M. (2010) Education Nation: Six Leading Edges of Innovation in Our Schools. Jossey-Bass
- Finquelievich, S. (2002). En Levis, D., "Entrevista a Susana Finquelievich", Boletín de Noticias Quaderns Digitals, Setiembre. [www.quadernsdigitals.net](http://www.quadernsdigitals.net)
- García, I., Peña-López, I; Johnson, L., Smith, R., Levine, A., y Haywood, K. (2010). Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010. Austin.
- Herrera, S. y Fennema, M.C. (2011) Tecnologías Móviles Aplicadas a la Educación Superior. CACIC 2011. 10-14 octubre. Facultad de Informática. La Plata.
- Laouris, Y. y Eteokleous, N. (2005) "We Need an Educationally Relevant Definition of Mobile Learning", in: M-Learn 2005, Consultado el 27/01/12 en <http://www.mlearn.org.za/> CD/papers/Laouris%20& %20Eteokleous.pdf.
- Libro Blanco de la Prospectiva TIC (2009), Proyecto 2020. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Mozilla Foundation (2011), Open Badges Project. Disponible en <https://wiki.mozilla.org/Badges>
- Olivier, B. y Liber, O. (2001). Lifelong Learning: The Need for Portable Personal Learning Environments and Supporting Interoperability Standards. Bristol: The JISC Centre for Educational Technology Interoperability Standards, Bolton Institute. Disponible en [http://wiki.cetis.ac.uk/images/6/67/Olivier\\_andliber2001.doc](http://wiki.cetis.ac.uk/images/6/67/Olivier_andliber2001.doc)
- Piattini Velthuis M. y Mengual Pavón L (2008) Universidad Digital 2010. En Libro Blanco de la Universidad Digital, Madrid: Ariel. Pinkwart, N., Hoppe, H. U., Milrad, M. & Pérez, J. (2003) "Educational Scenarios for the Cooperative Use of Personal Digital Assistant", in: Journal of Computer Assisted Learning, 19, 3, 383- 391.
- Quinn, C. (2000) "M-Learning: Mobile, Wireless, in Your-Pocket Learning". LiNE Zine. Fall.
- Ramírez, M. S. (2007) Administración de objetos de aprendizaje en educación a distancia: experiencia de colaboración interinstitucional, en: Lozano, A. y Burgos, V. (comps.) Tecnología educativa en un modelo de educación a distancia centrado

# DESARROLLO DE UN MANUAL DE CALIDAD PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE UN LABORATORIO DE CALIDAD DEL AIRE

M.I. Nicasio Hernández Flores<sup>1</sup>, M.I. Gustavo Adolfo Tamayo Flores<sup>2</sup>, Ing. Danila Hernández Navarro<sup>3</sup>, LMAC. Susana Carreón Sierra<sup>4</sup>, M.I. Marco Antonio Martínez Flores<sup>5</sup>, Dra. Ana Teresa Celada Murillo<sup>6</sup>, Dr. Víctor Alejandro Salcido González<sup>7</sup>.

**Resumen**—En este trabajo se presentan los resultados del desarrollo de un Manual de Calidad para el Sistema de Gestión de un Laboratorio de Calidad del Aire que se encuentra en proceso de acreditación ante la “entidad mexicana de acreditación” (ema), bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”. Este laboratorio realiza ensayos de calidad del aire en los cuales se determinan en forma continua la concentración de los contaminantes atmosféricos: SO<sub>2</sub> (Bióxido de Azufre), NO<sub>2</sub> (Bióxido de Nitrógeno), y O<sub>3</sub> (Ozono), los ensayos se efectúan bajo las condiciones que los contaminantes se encuentren en el aire ambiente, utilizando procesos automatizados y usando equipos de monitoreo de última generación que aplican métodos de medición aprobados por las normas nacionales de calidad del aire correspondientes y/o por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés).

**Palabras clave**—contaminantes atmosféricos, calidad del aire, manual de calidad.

## Introducción

La contaminación atmosférica es una situación que cada vez preocupa más a la población en general. El crecimiento de las ciudades, el aumento del parque vehicular, el desarrollo industrial, entre otros factores son los principales causantes de esta problemática. En la actualidad la mayor parte de la población mundial tanto en los países desarrollados como en los de vías de desarrollo está expuesta a altos niveles de tóxicos ambientales.

La exposición continua a los contaminantes del aire puede llegar a afectar la salud de la población provocando principalmente problemas respiratorios y cardiovasculares. Algunos estudios han mostrado que existe una relación directa entre el aumento de las partículas contaminantes de las ciudades y el engrosamiento de la pared interna de las arterias [inspiration.org/cambio-climático]. Debido a estos daños, y con el objetivo de reducir los impactos sobre la salud de la población, las autoridades ambientales de México y en general en los países más industrializados del mundo, han establecido normas de protección donde se indican límites de concentración de los contaminantes atmosféricos, con la finalidad de reducir la exposición aguda y crónica de la población; adicionalmente, cuando es necesario se aplican acciones para reducir la emisión de los contaminantes en el corto, mediano y largo plazo (programas vehiculares como el hoy no circula, reducción de la producción de las industrias más contaminantes, creación de corredores vehiculares, etc.). Sin embargo, para la aplicación de estas acciones es indispensable conocer el nivel de concentración de los contaminantes a través de redes de monitoreo, cuyas estaciones se distribuyen dentro de una ciudad o sitios donde se sospecha existe un impacto ambiental. En México, la red monitoreo de la zona metropolitana del Valle de México es una de las más completas del país [http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php].

En este sentido, el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) cuenta con una red de monitoreo atmosférico, integrada por 5 estaciones de calidad del aire (donde se mide la concentración del SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>,

<sup>1</sup> EL M.I. Nicasio Hernández Flores es Investigador en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Cuernavaca, Morelos, México. [nicasio.hernandez@iie.org.mx](mailto:nicasio.hernandez@iie.org.mx) (autor correspondal).

<sup>2</sup> El M.I. Gustavo Adolfo Tamayo Flores es Investigador en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Cuernavaca, Morelos, México. [gatamayo@iie.org.mx](mailto:gatamayo@iie.org.mx)

<sup>3</sup> La Ing. Danila Hernández Navarro es egresada de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Morelos, México. [danylahnavarro@gmail.com](mailto:danylahnavarro@gmail.com)

<sup>4</sup> La LMAC. Susana Carreón Sierra es Investigadora en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Cuernavaca, Morelos, México. [susana.carreon@iie.org.mx](mailto:susana.carreon@iie.org.mx)

<sup>5</sup> El M.I. Marco Antonio Martínez Flores es Investigador en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Cuernavaca, Morelos, México. [mamf@iie.org.mx](mailto:mamf@iie.org.mx)

<sup>6</sup> La Dra. Ana Teresa Celada Murillo es Investigadora en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Cuernavaca, Morelos, México. [atcelada@iie.org.mx](mailto:atcelada@iie.org.mx)

<sup>7</sup> El Dr. Víctor Alejandro Salcido González es Investigador en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Cuernavaca, Morelos, México. [salcido@iie.org.mx](mailto:salcido@iie.org.mx)



y O<sub>3</sub>) y 9 de monitoreo meteorológico y micrometeorológico (donde se determina la dirección del viento y se mide su velocidad, temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica, precipitación pluvial, y parámetros de turbulencia atmosférica). Respecto a la calidad del aire, el funcionamiento de las estaciones de monitoreo y procesamiento de la información se realiza en el Laboratorio de Calidad del Aire (LCA), a cargo del grupo de Modelación Matemática, Micrometeorología y Contaminación Atmosférica de la División de Energías Alternas. El LCA ha contribuido al desarrollo de proyectos y soluciones ambientales para clientes externos, a través de la determinación del nivel de concentración de los contaminantes y la evaluación de su impacto sobre el medio ambiente.

Recientemente, el LCA del INEEL ha encaminado esfuerzos para cumplir con los requisitos operativos indicados en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”, con la finalidad de acreditarse ante la “entidad mexicana de acreditación” (ema). Como parte de los requisitos que solicita la norma, el LCA ha creado su Sistema de Gestión (SG) y ha desarrollado un Manual de Calidad (MC), el cual se describe en este trabajo.

### **Descripción del método**

#### *Desarrollo del Manual de Calidad*

El MC es el documento maestro que describe al SG en toda su estructura y contenido, el SG es una forma de trabajar, mediante la cual una organización asegura la satisfacción de las necesidades de sus clientes, a través de lo que planifica, mantiene y mejora continuamente, en el desempeño de sus procesos. Lo anterior conduce al logro de ventajas competitivas, donde se ponen en práctica dos paradigmas: primero, cumplir con los requisitos del cliente para lograr su satisfacción, y segundo, dar las bases para la mejora continua de los procesos.

El LCA elabora el MC como una necesidad para documentar, administrar y controlar sus procesos, teniendo como objetivo principal: el cumplimiento de los requisitos administrativos y técnicos que solicita la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 para implantar un SG y la acreditación de los servicios de medición de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>. Adicionalmente, el MC aplica como patrón para la interrelación con otros documentos, los cuales en conjunto forman el SG. A continuación, se describen las diferentes etapas que se llevaron a cabo para la creación del Manual de Calidad:

#### *Etapas 1 Definición de la Estructura orgánica del LCA y objetivos de calidad del MC*

Inicialmente en esta etapa se definió la estructura orgánica del LCA, la cual se muestra en la Figura 1, como se puede apreciar, la estructura contempla cuatro actores principales:

- 1) Dirección técnica: es donde se encuentra el Responsable del Laboratorio.
- 2) El Responsable de Calidad: es quien se encarga de que el SG sea adecuado y sea aplicado en las actividades diarias del laboratorio.
- 3) El Responsable Administrativo: es quien se encarga de llevar el control de la documentación y gestión de recursos.
- 4) El Responsable Operativo: es quien pone y mantiene en funcionamiento los equipos y realiza los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos.

Una vez establecida la estructura orgánica, la dirección técnica junto con el Responsable de Calidad definieron la política, objetivos, e indicadores de calidad con sus respectivas metas. En la Figura 2, se presenta la política de calidad establecida para el LCA.

Posteriormente para esta primera etapa se definieron los puestos, perfiles y responsabilidades del personal, los cuales se describen brevemente en la Tabla 1. Es importante señalar que esta información fue dada a conocer a los involucrados, indicándoles las actividades en las que están comprometidos y la forma como éstas impactan en el logro de las metas y objetivos del LCA. Durante el desarrollo del MC se observó que los integrantes del LCA estaban firmemente comprometidos con sus actividades, y en busca del cumplimiento de las tareas asignadas en tiempo, forma y con la mayor calidad posible.



Figura 1. Estructura orgánica del LCA

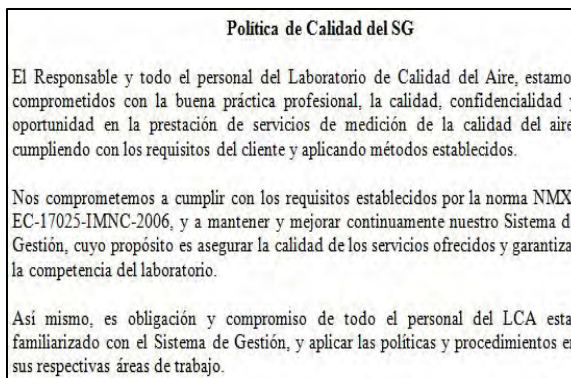


Figura 2. Política de calidad del SG

Tabla 1. Descripción de puestos, perfiles y responsabilidades

PUESTO	PERFIL	RESPONSABILIDADES
<b>Responsable del Laboratorio (Dirección Técnica)</b>  Sustituto Lo designa la Dirección Técnica del LCA	Licenciatura en alguna área técnica, ingeniería mecánica, ingeniería química.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar que el LCA logre sus metas y objetivos mediante la buena práctica profesional.</li> <li>Difundir la importancia de las actividades de cada uno de los trabajadores del LCA para el logro de los objetivos del SG.</li> <li>Supervisar la ejecución de los trabajos que realiza el laboratorio.</li> <li>Revisar y firmar los informes de los resultados.</li> <li>Mantener el Sistema de Gestión bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.</li> </ul>
<b>Responsable de Calidad</b>  Sustituto Lo designa la Dirección Técnica del LCA	Licenciatura en alguna área relacionada con calidad y administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar el Sistema de Gestión del LCA, su operación y mejora continua.</li> <li>Llevar a cabo mínimo una vez al año la revisión por la dirección técnica.</li> <li>Asegurar la comunicación eficaz entre el personal del laboratorio.</li> </ul>
<b>Responsable Administrativo</b>  Sustituto Lo designa la Dirección Técnica del LCA	Licenciatura relacionada con administración y planeación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar los recursos financieros y materiales para la operación del LCA.</li> <li>Llevar el control y distribución de documentos externos e internos del laboratorio.</li> </ul>
<b>Responsables Operativos</b>  Sustituto Lo designa la Dirección Técnica del LCA	Licenciatura relacionada con alguna área técnica, ingeniería mecánica, eléctrica, química e industrial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operar los equipos de calidad del aire.</li> <li>Implementar programas de mantenimiento preventivo.</li> </ul>

Un punto importante en la acreditación bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, es que el laboratorio debe vigilar, medir y analizar sus objetivos de calidad, se considera que la mejor manera para cumplir con esto es el uso de indicadores. Por tal motivo, la dirección técnica del LCA estableció cuatro indicadores derivados de los objetivos de calidad, los cuales a su vez se encuentran alineados a la política de calidad.

En la definición de los indicadores, se tomaron en cuenta cuatro aspectos que el LCA considera indispensables para el adecuado funcionamiento del SG:

- a) Satisfacción del cliente.
- b) Reducción de no conformidades.
- c) Búsqueda de oportunidades de mejora.
- d) Familiarización del personal con el SG.

En cuanto a los objetivos de calidad, se pueden apreciar en la Tabla 2, estos sin duda serán de gran ayuda para el correcto funcionamiento del SG; para cada objetivo se indica su respectivo indicador y una meta anual. Se ha establecido que la alta dirección realice una revisión anual de estos objetivos, con la finalidad de evaluar su eficacia y en caso necesario su adecuación. Cuando se llegue a detectar algún requerimiento de mejora, es en esa revisión donde se pueden hacer los cambios necesarios.

Tabla 2. Objetivos de calidad e indicadores

Objetivo	Indicadores	Metas Anuales
Cumplir con los requisitos del cliente	Porcentaje del número de encuestas de satisfacción del cliente con calificación $\geq 3$	80% de las encuestas aplicadas obtienen una calificación por parte del cliente $\geq 3$ (bueno)
Cumplir con la norma NMX-IEC-17025-IMNC2006.	Porcentaje de reducción de no conformidades con respecto al año anterior.	El número de no conformidades se reduce al menos 5% por año.
Mantener y mejorar continuamente el Sistema de Gestión del LCA.	Número de oportunidades de mejora encontradas en la revisión por la dirección.	Proponer al menos una mejora al SG en la revisión anual.
Lograr que todo el personal del LCA este familiarizado con el SG.	Suma de calificaciones (en base cien) obtenidas por el personal en las evaluaciones del SG entre el número de evaluaciones aplicadas.	Calificación promedio del personal en evaluación del SG mayor o igual a 70.

#### *Etapa 2 Estructura de la documentación del MC*

La definición de la Estructura de la documentación del MC y su creación, es uno de los puntos que requiere más tiempo, a la vez que también genera preocupación por la gran cantidad de documentos (procedimientos, formatos, registros, manuales, etc. ) que redactar, revisar, aprobar, mantener actualizados y conocidos por el personal que realiza los procesos.

Para el desarrollo de esta etapa, en primer lugar se realizó un análisis detallado de las necesidades y características del LCA, lo que permitió organizar y clasificar la documentación de manera sencilla y rápida. La importancia de este análisis radicó en la identificación de la forma en que la norma debe ser implementada, de manera que los procesos no se adapten a los procedimientos escritos, sino que los procedimientos escritos reflejen la forma en que se llevan a cabo los procesos. Una ventaja de realizar esta estructuración de la documentación es que permite considerar sólo los aspectos que aplican a la norma.

En segundo lugar para esta etapa, se realizó una descripción documentada de los os procesos que se realizan en el LCA, que no solamente es una descripción escrita y detallada paso a paso sobre cómo ejecutar el proceso, sino que también incluyen un diagrama de flujo, que representa una descripción visual y rápida de comprender, para cualquier persona que lo revise, esto es a lo que se le denomina procedimiento. Para la elaboración de los procedimientos se recurrió al personal experto en el área, proceso o actividad involucrada, de tal manera que lo descrito en los procedimientos refleja las condiciones en que éstos son ejecutados.

En la Figura 3 se muestra un modelo de formato que se utiliza para elaborar los procedimientos del LCA, en donde a través de un diagrama de flujo se logra ilustrar de una manera rápida la secuencia de pasos para realizar una actividad determinada.

En la Figura 4 se muestra el resultado de la estructuración de la documentación del MC, en donde mediante una clasificación por carpetas se logró organizar los documentos de manera sencilla.

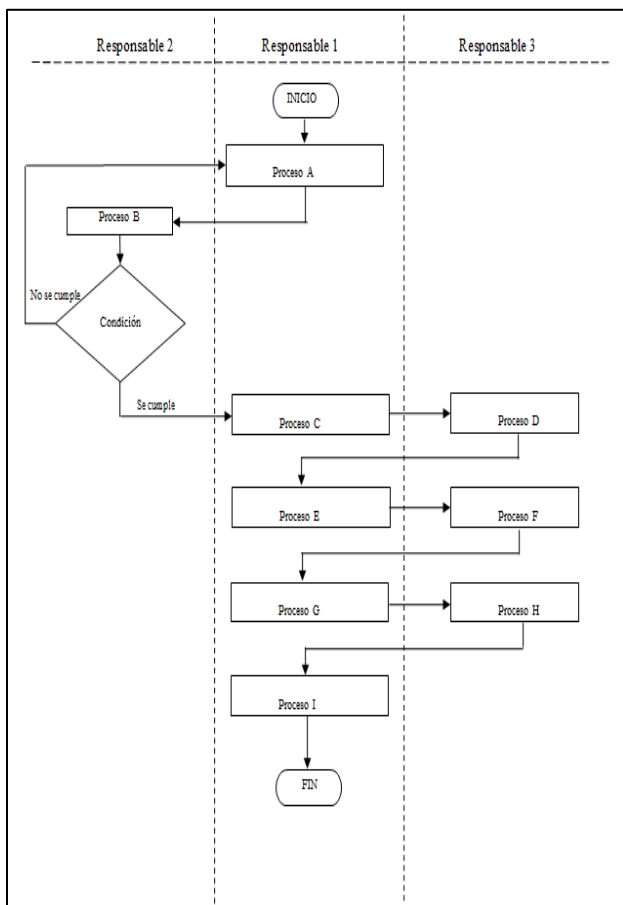


Figura 3. Modelo de formato para elaborar procedimientos



Figura 4. Estructura de la documentación del MC

### Etapa 3 Comunicación interna, entrenamiento del personal y publicación de la documentación

Después de la elaboración de los procedimientos (incluyendo los formatos y registros) y como parte inicial de esta etapa, se definió la forma de comunicar la documentación al personal y proporcionar la capacitación necesaria para que la aplicación fuese puesta en marcha correctamente. Para el LCA esta actividad no resultó muy complicada debido a que la mayoría del personal del LCA participó en la elaboración de los procedimientos y se encontraban familiarizados, con excepción de algunos procedimientos que por su naturaleza son demasiado extensos, fue en esos casos en donde se recurrió a una capacitación proporcionada por la persona responsable del procedimiento.

La forma de comunicación interna se definió que fuese realizada a través de correos electrónicos y reuniones presenciales. A través del correo electrónico se dan a conocer los documentos que han sido aprobados, los documentos que han sido modificados, y cualquier otra situación derivada del SG, de esta manera la documentación se encuentra siempre actualizada y el personal está enterado. En las reuniones presenciales se aprueban los procedimientos, se toman acuerdos, se proporciona capacitación para los procedimientos que así lo requieren, y se toman decisiones importantes. Es destacable mencionar que la comunicación interna y las capacitaciones fueron documentadas, usando los formatos ya existentes.

Finalmente, para esta etapa, se estableció que, para la publicación de la documentación revisada y aprobada, fuese asignada una computadora específica en donde se guarden los documentos electrónicos, con este sistema se elimina la necesidad de mantener los documentos en formato impreso, sólo en casos realmente necesarios se procede a imprimir el documento. Adicionalmente, existe una persona responsable para esta actividad, y es la encargada de que los documentos ahí publicados se encuentren en sus versiones actualizadas. La computadora asignada cuenta con clave de acceso, por lo que sólo el personal del LCA tiene acceso, para lo cual se les dio una previa capacitación.

#### *Etapa 4 Implementación del Manual de Calidad y mejora continua*

Una vez elaborados los procedimientos, formatos y registros, se procedió a integrarlos al Manual de Calidad, concluyendo así este documento. Es importante mencionar que por cuestiones de practicidad en el Manual de Calidad sólo se hace referencia a los procedimientos y formatos (estos se encuentran en su versión completa en una carpeta electrónica), de acuerdo a una clave que les fue asignada. Se debe tomar en cuenta que actualmente todos los documentos son electrónicos, si alguien necesita revisar un documento lo puede descargar.

La parte más importante del desarrollo del MC es evaluar su aplicación, para ello debe ser considerado en las revisiones por la dirección y en las auditorías internas, con el objetivo de analizar su adecuación y sus posibilidades de mejora. Ahora el reto es mantener su implantación y buscar siempre la mejora continua.

Un papel importante es el del Responsable de la Calidad debido a que es quien debe encargarse de que todo el personal utilice el Manual de Calidad, lo entienda y lo aplique adecuadamente en sus procesos y actividades diarias con la finalidad de hacerlas más eficientes.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo de investigación se presentaron las etapas que se llevaron a cabo en la elaboración del Manual de Calidad para el Sistema de Gestión de un Laboratorio de Calidad del Aire que está buscando acreditarse ante la “entidad mexicana de acreditación” (ema), bajo la norma NMX-IEC-17025-IMNC-2006, esta experiencia nos ha demostrado que una organización trabaja mejor cuando se encuentra organizada tanto en sus capacidades técnicas como en sus capacidades administrativas, y esto se logra con la implementación de un Sistema de Gestión, en donde sin duda alguna la parte esencial es el Manual de Calidad.

#### *Conclusiones*

Los resultados demuestran que la necesidad de una organización de contar con un Sistema de Gestión es compromiso de todos los empleados y no solo de los altos directivos, cada integrante de la organización es importante y sus actividades son indispensables para alcanzar las metas planteadas, el Manual de Calidad es el documento maestro del SG, proporciona una forma, un estilo y una cultura para trabajar en la organización, requiere de una evaluación de resultados y de una búsqueda de la mejora continua, una vez implantado el Manual de Calidad el trabajo difícil es mantenerlo.

#### *Recomendaciones*

Después de la experiencia en este trabajo se puede recomendar a las organizaciones que aún no cuentan con un Sistema de Gestión, que hoy en día es indispensable mantenerse a la vanguardia y adoptar un Sistema de Gestión que les permita mejorar sus actividades y les ayude a cumplir con sus objetivos, y a las que ya cuentan con uno, que evalúen siempre sus resultados, esto les permitirá detectar en que parte se están haciendo las cosas bien y en donde hay oportunidades de mejora.

### **Referencias**

Cantú D. Humberto. Desarrollo de una cultura de calidad. - Editorial Mc Graw Hill. - México.

Herrera, Mario Mauricio, Implementación de un sistema de gestión de la calidad para mejoras en la empresa.

Hernández y Rodríguez, S. (2006). Introducción a la administración. Un enfoque teórico-práctico. México: McGraw-Hill.

James R. Evans, Wiliam M. Lindsay, Administración y control de la calidad, sexta edición, editorial Thomson.

Juran, J. M. “Juran y la planificación de la calidad” Ed. Díaz de Santos S.A., 1990.

Ingeniería Industrial [en línea] 2012: [Fecha de consulta: mayo 2016], ISSN 1025-9929.

Inspiration.org/cambio-climático [Fecha de consulta: junio 2016].

<http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php>. [Fecha de consulta: junio 2016].

# ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN DE LA MUJER EN LOS ÓRGANOS DE GOBIERNO Y PUESTOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA FAMILIAR

Dra. Edit Hernández Flores<sup>1</sup>, Fany Mariel Saldaña Cortes<sup>2</sup>,  
Y Dr. Víctor Job Paredes Cuahquentzi<sup>3</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan resultados de una investigación llevada a cabo a empresas familiares de la región centro sur de Tlaxcala para identificar la participación de la mujer. Entre los resultados se identificó que un bajo porcentaje de empresas familiares cuentan con órganos de gobierno, la participación de la mujer es baja, el director general lo ocupa 96.3% un miembro de la familia, principalmente hombre. Lo que muestra que a pesar de que la participación de la mujer en el ámbito laboral cada vez es mayor, se observa desigualdad de oportunidades con relación a los hombres, este fenómeno es evidente en las empresas familiares, específicamente en los órganos de gobierno y cargos de dirección. Un factor importante para que estas empresas puedan sostenerse en el tiempo es establecer una buena comunicación entre la familia y la empresa, creando y desarrollando órganos de gobierno.

**Palabras clave**—Mujer, empresa familiar, órganos de gobierno, cargos directivos.

## Introducción

Actualmente, en trabajos de investigación está más presente el estudio sobre la mujer y su participación tanto en la empresa familiar como en general. Sin embargo, aún enfrentan diversas dificultades, algunos estudios reconocen que la presencia de la mujer en la actividad empresarial favorece positivamente no sólo a la empresa, sino también a la economía del país.

En el caso de la empresa familiar enfrenta el reto de saber distinguir claramente lo relacionado a la empresa y a la familia, en consecuencia saber gestionar y comunicar ambos roles. Es por ello, que esta investigación se enfoca a analizar la participación que tiene la mujer en los órganos de gobierno de la empresa familiar, pues el tener establecido órganos de gobierno en las empresas familiares es de vital importancia para el sostenimiento en el tiempo de la empresa. Porque esto permite llevar una adecuada gestión de las empresas y una adecuada comunicación como parte de la empresa, pero también como miembros de la familia. El involucrar a la mujer en los órganos de gobierno y puestos de dirección fortalecerá los resultados de la empresa, aún se observa que se sigue privilegiando al hombre en estos puestos de toma de decisiones debido a la cultura. Sin embargo, es de reconocer que la participación de la mujer ha permanecido invisible a pesar de que cada vez están más preparadas y puede realizar contribuciones significativas para el éxito y la continuidad de sus empresas en diferentes niveles, incluyendo en la gestión del negocio familiar. En las empresas encuestadas la Dirección General en un mayor porcentaje está a cargo de un hombre.

## Descripción del Método

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el *método cuantitativo* pues derivar de un marco conceptual pertinente. Igualmente se recurre al *método cualitativa* debido a que se describe el fenómeno a partir de rasgos determinantes según sean observados por los elementos mismos que están dentro de la situación estudiada. El *tipo de investigación* en un primer momento *es documental*, se realizar un análisis de la información escrita sobre el tema de empresa familiar, mujer en el ámbito laboral, la mujer en la empresa familiar, los órganos de gobierno y los cargos directivos, lo cual nos permite destacar lo aspectos importantes de para la investigación.

La *Mujer en el ámbito laboral*, la inserción de la mujer en el ámbito laboral, cuando la hay, es considerada como un aspecto secundario de su proyecto de vida que ocurre, básicamente, cuando el hombre no cumple con su rol de proveedor por diversas causas: desempleo; disminución de sus remuneraciones; enfermedad; incapacidad temporal o definitiva u otro tipo de infortunios, o cuando en el hogar la figura masculina está ausente por muerte, separación, etc., lo que se traduce en una situación de crisis económica ante la cual es la mujer quien se ve obligada a desempeñar el rol de proveedora (Davidson 1991; Olivera & col. 2001; Burke & col. 1992, & Martínez 1995, citado en (Fischer & Ursul, 2015))

<sup>1</sup>Dra. Edit Hernández Flores es Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala. [edhdezfl@hotmail.com](mailto:edhdezfl@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>Fany Mariel Saldaña Cortes Asistente de investigación de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala. [mariel.sal@hotmail.com](mailto:mariel.sal@hotmail.com)

<sup>3</sup>Dr. Víctor Job Paredes Cuahquentzi es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala. [victorjobpc@hotmail.com](mailto:victorjobpc@hotmail.com)

Entre los antecedentes de la participación de la mujer en el ámbito laboral parte en la revolución Francesa, en la que se declaró la igualdad de derechos humanos; en él la mujer jugó un papel de suma importancia, pero el hecho de participar tan activamente no la hizo recibir toda la relevancia histórico-social que implicaba haber iniciado y colaborado en un evento de tanta significación universal, pudiendo haberse abierto las puertas para lograr la igualdad entre hombre y mujer y así también su acceso al poder político y económico (Pineda Salazar, 2006). Sin embargo, de acuerdo a las estadísticas que presentó el (INEGI, 2016) de las más de 29 millones de personas ocupadas que se tienen en cerca 5.7 millones de unidades económicas reportadas por los Censos Económicos 2014, las mujeres alcanzaron el 43.8 por ciento. En el sector privado y paraestatal laboraron cerca de 22 millones de personas, de las cuales 41.2% eran mujeres. Los servicios financieros concentran el mayor porcentaje de personal ocupado femenino con el 49.5%, seguido del comercio con el 47.7 por ciento. Los principales obstáculos que enfrenta la mujer en la empresa parte de la idea de la mujer como fuerza de trabajo secundaria se estructura, en primer lugar, en torno a una concepción de familia nuclear, en la cual el hombre es el principal/único proveedor del hogar y la mujer es la principal/exclusiva responsable del cuidado doméstico y familiar (Abramo, 2004), lo que se ve reflejado en la poca participación de la mujer en las empresas en general. ¿Pero qué pasa con *la mujer en la empresa familiar*?

Existen diversas definiciones de empresa familiar, sin embargo se encuentra un consenso sobre tres elementos esenciales de la empresa familiar: *la propiedad, el negocio o empresa y la familia* (Vélez, Huguín, De la Hoz, Durán, & Irma, 2008). Para efectos de esta investigación, entenderemos como empresa familiar aquella en la cual las personas de una o más familias ligadas por vínculos de parentesco poseen mínimo el 51 por ciento de propiedad accionaria de la empresa y tienen el control de las decisiones.

La participación de la mujer en el mundo laboral es cada vez mayor y también en la empresa familiar su papel está evolucionando hacia una participación más amplia dentro del negocio familiar. Las mujeres comienzan a formar parte del cuadro directivo en los negocios familiares, un nuevo nivel de participación que aumenta la complejidad y la fuerza de sus contribuciones para el éxito y la continuidad de la empresa familiar. Sin embargo, toda evolución supone nuevos retos y oportunidades de desarrollo (Ceja, 2008). Las mujeres se enfrentan ante la existencia del denominado “techo de cristal”, entendido como “una barrera invisible que impide a las mujeres cualificadas alcanzar puestos de mayor nivel dentro de las organizaciones y mayores niveles de responsabilidad” (García, García, & Madrid, 2012), que también imposibilita que la mujer pueda desarrollar más libremente sus capacidades y aptitudes en pro del crecimiento de una empresa. Todavía el equilibrio es más complejo si la mujer trabaja para la empresa familiar y no percibe remuneración alguna por razones de legislación o culturales. El reto es como equilibrar la participación de la mujer y el hombre en las empresas familiares y que dicha participación se de en los órganos de gobierno y el los puestos de dirección, un desafío es la comunicación, pues si no existe una adecuada organización que incluya los órganos de gobiernos que como figura empresarial debe tener como son consejos de administración, equipos directivos, asambleas de accionistas y como familia, consejo de familia y asamblea de familia, será difícil sostenerse en el tiempo.

Coincidimos con lo que establece el Instituto de la Empresa Familiar (2005) que para que el modelo de gobierno de una empresa familiar sea eficiente cada uno de los tres subsistemas debe tener un papel y una participación claramente definidos en el gobierno del sistema global: Desde la *perspectiva de la familia*, el Consejo de Familia y la Asamblea Familiar son las estructuras organizadoras y la voz de la familia. Desde la *perspectiva de la propiedad*, la Junta de Accionistas es la voz de los propietarios de la empresa. Entre el subsistema de la propiedad y de la empresa, el *Consejo de Administración* es otra estructura clave de gobierno impregnada en su composición y funcionamiento por la influencia de los *tres subsistemas*, el grupo *familiar*, el grupo *gestor* y el grupo *propietario*. Desde la perspectiva de la empresa, la Dirección es la estructura gestora de la organización y la voz de los empleados de la misma. Estas estructuras permiten garantizar un funcionamiento adecuado del negocio familiar.

Parte del éxito, de la supervivencia y sostenimiento en el tiempo de una empresa familiar se debe a la comunicación que existe entre la familia y la empresa, cada una asumiendo el rol que le corresponde. Esta supervivencia de la empresa familiar depende de dicha separación, que exige la creación de órganos de gobierno que funcionen bajo reglas y responsabilidades perfectamente definidas.

De acuerdo con la última investigación del International Business Review (IBR), solo el 18% de los puestos de alta dirección en América Latina está en manos de mujeres. En los últimos tres años, el porcentaje en México ha bajado 10 puntos. En 2014 se ubicó en 28% y en el 2015 fue de 23 por ciento (Revista Mundo Ejecutivo, 2016). El estudio de la Universidad Complutense de Madrid (2009) dice que las mujeres que forman parte de los puestos de toma de decisiones empresariales en las empresas cotizadas pueden ser consideradas solamente como un símbolo y el poder de las mismas es muy escaso. El porcentaje de mujeres directivas en las empresas es muy bajo. Esta representación tan escasa indica que, una vez superadas las barreras de la formación, existen barreras a la promoción profesional de las mujeres, desperdiciando el talento de las mujeres que se quedan sin promocionar. Este desperdicio

de talento repercutirá negativamente en la eficacia empresarial. Es decir, la mujer tiene preparación y capacidades para desempeñar cargos directivos, sin embargo los distintos roles y cultura familiar la limita a participar activamente en los órganos de gobierno, situación en la que inciden múltiples factores, tanto externos como internos a la empresa entre ellas la falta de medidas que la promuevan, la cultura empresarial y familiar, igualdad de oportunidades, lo cual las empresas familiares deben fomentar la participación de mujeres en estos órganos de gobierno como elemento clave para el desarrollo de la empresa.

Esta investigación también es *descriptiva* porque se señalan las características de la situación de la mujer en la empresa familiar, misma que se soportó con la aplicación de la encuesta aplicada a empresas familiares de la región centro sur de Tlaxcala y con la revisión documental. Es un estudio transversal debido a que el objetivo es analizar los datos de un grupo sujeto. Se establece *hipótesis de la investigación* de la siguiente forma: Una Hipótesis Alternativa (HA) *La participación en los órganos de gobierno y puestos de dirección en la empresa familiar está determinada por género*. Dos Hipótesis nula: 1)  $H_0 = \text{No existe preferencia de género para formar parte de los órganos de gobierno de la empresa familiar}$  y  $H_0 = \text{No existe preferencia de género para ocupar un cargo de dirección}$ . Teniendo como *variable dependiente* "participación en los órganos de gobierno y puestos directivos en empresa familiar" y como *variable independiente* "género de quien ocupa el puesto". La *población* en esta investigación son las empresas familiares del Estado de Tlaxcala, considerando como empresa familiar la micro pequeña y mediana empresa que existen en Tlaxcala. La muestra fue de 27 empresas familiares de la región dentro sur de Tlaxcala por concentrar el mayor número de este tipo de unidades económicas. La recopilación de la información se realizó a través del *trabajo de campo*, la técnica de recolección utilizada fue la *encuesta aplicada a empresas familiares*. Para el procesamiento de datos se utilizó el sistema SPSS V.24, los análisis realizados fue la distribución de frecuencia la cual se presenta en figuras gráficas. De la misma forma se analizó la información a través de crosstabs. La comprobación de la hipótesis se realizó a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov donde se verificó que los datos se distribuyen normalmente.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este documento presenta los resultados de la investigación que tiene como objetivo hacer un análisis de la participación de la mujer en los órganos de gobierno y puestos de dirección en la empresa familiar de la región centro sur del Estado de Tlaxcala. Después de aplicar la encuesta a las unidades de análisis, se procesó la información en el sistema SPSS V.24, obteniendo los resultados que a continuación se presentan.

En el análisis de fiabilidad, a través de Alfa de Cronbach cuyo valor fue de 0.923, que significa que cuando más cerca se encuentra este valor a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados, por lo tanto, la consistencia es muy aceptable, como se muestra en la tabla 1 y 2.

		N	%
Casos	Válido	27	100.0
	Excluido <sup>a</sup>	0	.0
	Total	27	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Tabla 1. Resumen de procesamiento de casos**

Fuente: Análisis de Fiabilidad de SPSS V.24

Alfa de Cronbach	N de elementos
.923	82

**Tabla 2. Estadísticas de fiabilidad**

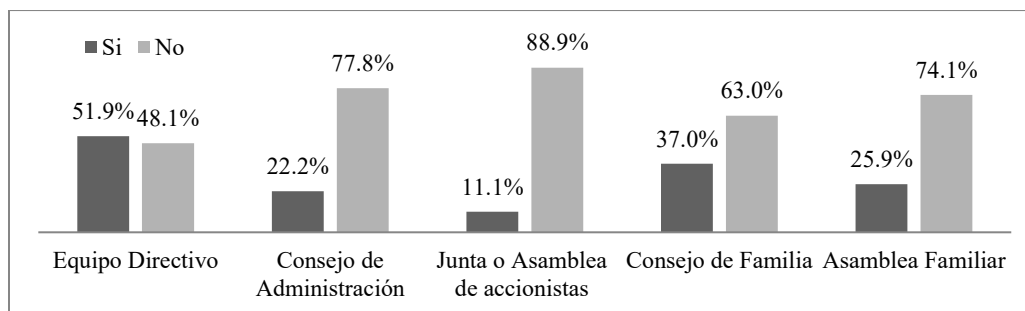
Fuente: Análisis de Fiabilidad de SPSS V.24

De acuerdo con el INEGI (2016) en el estado de Tlaxcala existen 72,781 Micro, Pequeña y Medianas Empresas (MiPyME), el estudio se realizó en la región centro sur, por ser el que concentra el mayor porcentaje (34%) de MiPyMe a nivel estatal con 24,636. Las empresas familiares encuestadas de esta región fueron 27, 14.8 % del sector construcción, 18.5% Manufactura, 11.1% comercio y 56.6% Servicios. De las cuales el mayor porcentaje de aplicación fue en la microempresa 59.3%, pequeña 37% y 3.7% mediana.

Los resultados a destacar de esta investigación de acuerdo al objetivo planteado, es que, en esta región la mujer si tiene participación en el puesto de Dirección General de la empresa familiar, pero aun es menor, ya que solo representa el 37% frente al hombre 63%.

También se encontró que no todas las empresas familiares tienen establecido órganos de gobierno, como se muestra en la gráfica 1 los órganos de gobierno que más están presente en las que si tienen, es equipo directivo y el consejo de la familia con un 51.9% y 37% respectivamente.

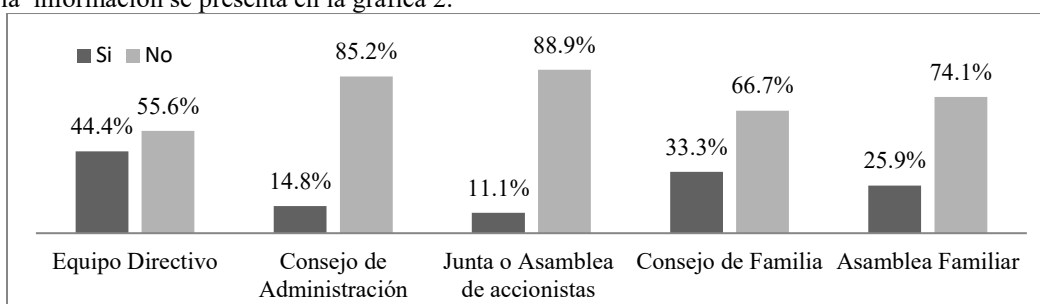




**Gráfica 1. Órganos de gobierno en la empresa Familiar**

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados de crosstabs V.24

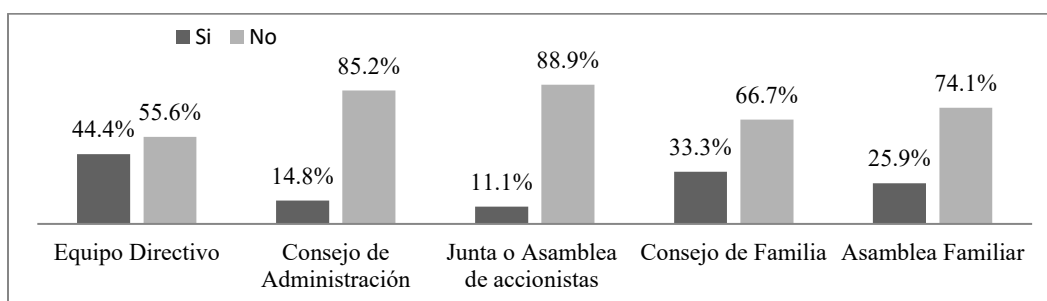
En los órganos de gobierno que existen en la empresa familiar la participación de la mujer es por debajo del 34% a excepción de equipos directivos que es del 44%, esto refleja la baja presencia de la mujer en los puestos de dirección, la información se presenta en la gráfica 2.



**Gráfico 2. Participación de Mujeres en Órganos de Gobierno.**

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados de crosstabs V.24

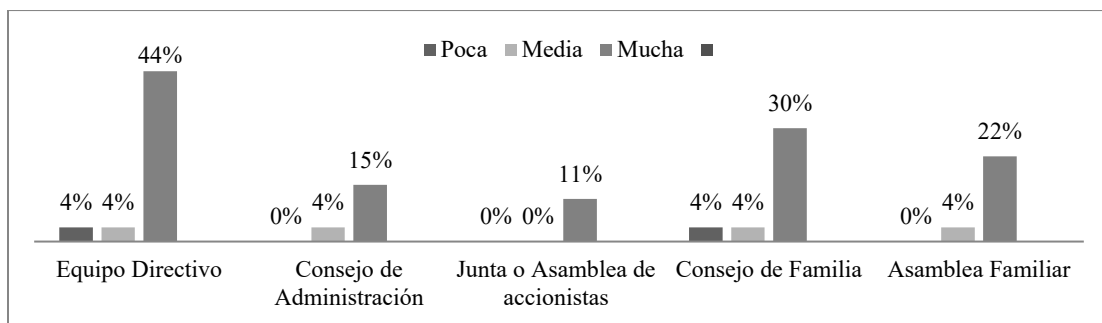
El mismo comportamiento se observó cuando se preguntamos ¿de las mujeres que forman parte de los órganos de gobierno en la empresa cuantas de ellas son mujeres miembros de la familia? La respuesta fue todas, por ello en la gráfica 3 se observan los mismos porcentajes.



**Gráfico 3. Participación de mujeres de la familia en Órganos de Gobierno.**

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados de crosstabs V.24

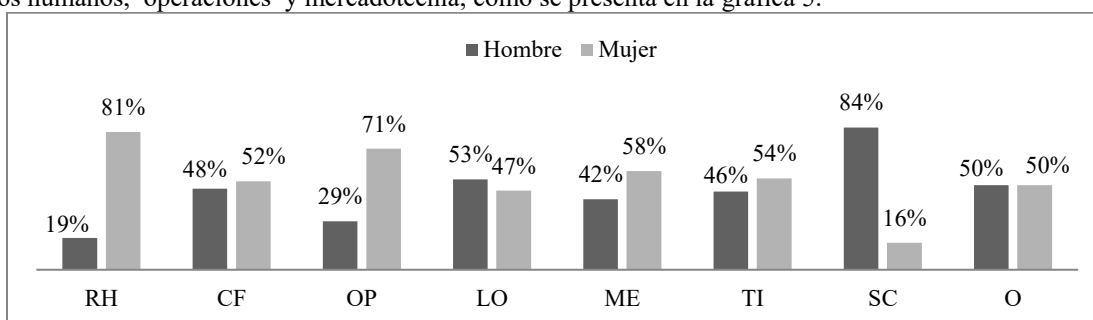
Del porcentaje de empresas que manifestaron que en los órganos de gobierno participan mujeres, coincide en que la importancia en la toma de decisiones de la mujer en las empresas familiares es mucha, pero estamos hablando sólo de menos 26% de las empresas que tienen mujeres en estos órganos de gobierno (gráfica 1), por tal motivo si consideramos a todas las empresas encuestadas, realmente la importancia de la mujer en la toma de decisiones es muy baja, la información se presenta en la gráfica 4, porque en la mayoría de empresas no están consideradas en los órganos de gobierno.



**Gráfico 4. Importancia de la mujer en la toma de decisiones**

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados de crosstabs V.24

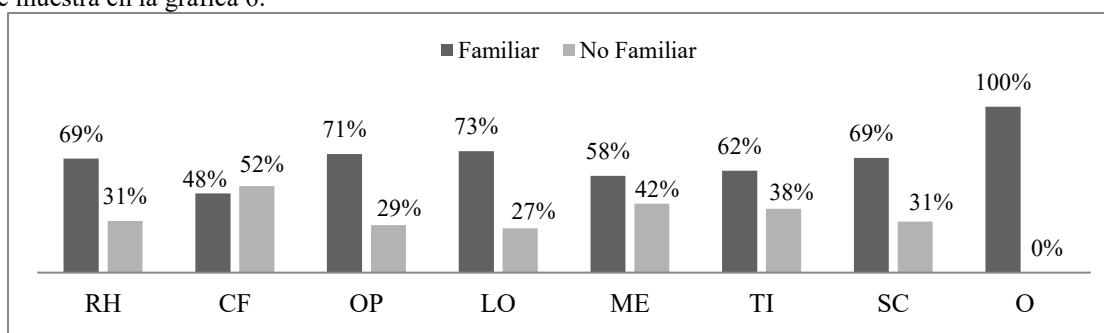
Se entenderá como áreas funcionales las de Recursos Humanos (RH), Contabilidad y Finanzas (CF), Operaciones (OP), Logística (LO), Mercadotecnia (ME), Tecnologías de la Información (TI), Servicio al Cliente (SC) y Otra área (O). Existe mayor participación de la mujer en la dirección de áreas funcionales, se concentran más mujeres en recursos humanos, operaciones y mercadotecnia, como se presenta en la gráfica 5.



**Gráfico 5. Participación de la mujer en áreas directivas.**

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados de crosstabs V.24

De las mujeres que ocupan cargos directivos en áreas funcionales la mayoría de estas son miembro de familia como se muestra en la gráfica 6.



**Gráfico 6. Participación de la mujer miembro de la empresa familiar en áreas directivas.**

Fuente: Elaboración propia con datos de resultados de crosstabs V.24

El grado de estudios que más predomina en las mujeres miembros de familia que participan en los puestos de dirección de las áreas funcionales es el nivel licenciatura, cabe destacar que la remuneración que reciben conforme a las encuestas es de acuerdo a sus capacidades, no obstante si existe un mínimo porcentaje que la remuneración es por debajo de sus capacidades.

Otro aspecto abordado en la encuesta, fue que pasa cuando se tiene que sustituir a una persona en un puesto de dirección, qué prefieren, qué sea sustituido por un hombre o una mujer, el 56% indicó que le es indistinto, no obstante, resultado interesante ver que prefieren más a las mujeres que a los hombre.

### Conclusiones

El *Informe de investigación Global Entrepreneurship Monito* en 1999 establece que “para la mayoría de los países que estudiado, el mayor y más rápido crecimiento en inicios de nuevas empresas puede lograrse aumentando la participación de la mujer en el procesos empresarial” (Weeks & Seiler, 2001) y considerando que cada vez más la preparación de la mujer está presente y se constata al observar que ya existe un mayor porcentaje de mujeres con estudios de licenciatura, es importante que sean consideradas en las empresas familiares. Pues como se pudo observar en este estudio existe escasa presencia de la mujer en los órganos de gobierno de la empresa familiar de la región centro sur del Estado de Tlaxcala, la poca consideración de estas en la toma de decisiones habla de una desigualdad de oportunidades entre la mujer y el hombre.

Aunque la participación de la mujer en el mundo laboral es cada vez mayor y también en la empresa familiar su papel está evolucionando hacia una participación más amplia dentro del negocio familiar en áreas de dirección, estas no son tomadas en cuenta en los órganos de gobierno y toma de decisiones, ya que existen barreras en la cultura empresarial y familiar, falta de medidas que la promuevan, igualdad de oportunidades, que dificultan el acceso a la mujer a puestos de toma de decisiones empresariales, no aprovechando la preparación y el talento de las mujeres, repercutiendo negativamente en la eficacia de la empresa familiar.

En cuanto a los resultados de la región centro sur del Estado de Tlaxcala coincide que aunque las mujeres tienen participación en las áreas directivas de la empresa familiar, pero su participación en los órganos de gobierno se ve delimitada principalmente en la junta o asamblea y accionistas y consejos de administración, en donde existe una barrera invisible que impide a las mujeres cualificadas alcanzar puestos de mayor nivel dentro de las organizaciones y mayores niveles de responsabilidad, en relación a los roles que la imposibilitan a realizar actividades empresariales y a la vez hogareñas, exploraron el conflicto en que viven las mujeres que trabajan en su propia empresa y además dirigen y administran el hogar sin remuneración.

Se debe fomentar la participación de la mujer en los órganos de gobierno como elemento clave para un progreso más amplio de las empresas familiares y con el reto de equilibrar su participación.

### Referencias

- INSTITUTO de la Empresa Familiar. (2005). *Buen gobierno en la empresa Familiar*. Recuperado el 2016, de [http://www.ieseinsight.com/casos/Study\\_0046.pdf](http://www.ieseinsight.com/casos/Study_0046.pdf)
- OCDE. (2004). *Principios de Gobierno Corporativo de la OCDE*. Recuperado el 2016, de <https://www.oecd.org/daf/ca/corporategovernanceprinciples/37191543.pdf>
- ABRAMO, L. (2004). *Revista Estudios Feministas*. Recuperado el Septiembre de 2016, de <http://www.scielo.br/pdf/ref/v12n2/23969.pdf>
- CEJA, L. (01 de Septiembre de 2008). *El papel de la mujer en la empresa familiar: el reconocimiento de un rol crítico pero a veces invisible*. Recuperado el Septiembre de 2016, de [http://www.iese.edu/es/files\\_html/5\\_41125.pdf](http://www.iese.edu/es/files_html/5_41125.pdf)
- FISCHER, d. I., & Ursul, S. J. (2015). Percepción del rol que desempeñan las mujeres en puestos directivos. México, D.F.
- GALAZ, Y. R. (2011). *Modelo Institucional en la Empresa Familiar*. Recuperado el 2016, de Boletín Gobierno Corporativo : <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/risk/Gobierno-Corporativo/modelo-institucional-empresa-familiar.pdf>
- INEGI. (2016). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Recuperado el 2016, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- INEGI. (2016). *Estadísticas a propósito del día de la Mujer*. Recuperado el 2016, de [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/mujer2016\\_0.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/mujer2016_0.pdf)
- LÓPEZ, M. P., Gómez, G., & Betancourt, J. B. (2011). *Factores que influyen en la participación de la mujer en cargos directivos y órganos de gobierno de la empresa familiar colombiana*. Recuperado el Septiembre de 2016, de [http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C\\_Econom\\_y\\_Admon/cuadernos\\_admon/pdfs/11Cnos\\_Admon\\_24-42\\_MLopez.pdf](http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C_Econom_y_Admon/cuadernos_admon/pdfs/11Cnos_Admon_24-42_MLopez.pdf)
- OIT. (2016). *Las mujeres en el Trabajo*. Recuperado el 2016, de [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_457094.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_457094.pdf)
- PINEDA Salazar, R. E. (2006). *Estudio jurídico acerca de la discriminación de la mujer en el ámbito laboral y sus consecuencias en la aldea santo tomás milpas altas*. Recuperado el 2016, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04\\_5805.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_5805.pdf)
- REVISTA Mundo Ejecutivo. (Marzo de 2016). *Mujeres ocupan sólo 18% de puestos de liderazgo en empresas de AL*. Recuperado el 2016, de <http://mundojefecutivo.com.mx/mujer-ejecutiva/2016/03/08/mujeres-ocupan-solo-18-puestos-liderazgo-empresas>
- UNIVERSIDAD Complutense de Madrid, F. d. (Ed.). (2009). *Mujer y poder empresarial en España*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2016, de Instituto de la Mujer: <http://www.inmujer.gob.es/areasTematicas/estudios/serieEstudios/docs/mujeresPoderEmpresarialEspana.pdf>
- VÉLEZ, M. D., Huguín, L. H., De la Hoz, P. G., Durán, B. Y., & Irma, G. A. (2008). *Dinámica de la empresa familiar PYME. Estudio Exploratorio en Colombia*. Colombia: FUNDES Internacionales.
- WEEKS, J., & Seiler, D. (2001). *Actividad empresarial de la mujer en América Latina. Una exploración del conocimiento actual*. Washington. D.C.: Banco Iberoamericano de Desarrollo.
- ZAPATERO, M. R., Alcaide, J. J., Jiménez, M. R., & Córdoba, U. d. (2010). *Interpretación de la familia empresarial*. Córdoba: Universidad de Córdoba, Cátedra Prasa de Empresa Familiar.

# INCONVENCIONALIDAD DEL ARTÍCULO 187 DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

Mtra. Marina Gisela Hernández García<sup>1</sup>, Dra. Magdalena Díaz Beltrán<sup>2</sup>,  
Dr. Daniel Octavio Valdez Delgadillo<sup>3</sup> y Mtro. Jorge Humberto Vargas Ramírez<sup>4</sup>

**Resumen**— Este trabajo constituye un análisis valorativo de la inconventionalidad en la imposición de sanciones administrativas de dos ordenamientos jurídicos en materia ambiental, como lo son la Ley general de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California, a la luz del problemática que enfrenta la gestión ambiental en dicha entidad federativa, al sancionar de manera arbitraria en un caso concreto, por no poder determinar qué ley será aplicable y cuál será la autoridad competente, tomando en consideración que cada Estado regula distintas necesidades en materia ambiental, y no es jurídicamente válido autorizar o sancionar sobre ciertos temas en una entidad federativa, cuando la gravedad fuese distinta en otra; sobre todo cuando una norma secundaria sí prevé una regulación y en otra norma también secundaria lo omite.

**Palabras clave**— Inconventionalidad, Derecho Ambiental, Sanciones.

## Introducción

Es importante conocer las dimensiones jurídicas que abarca el Derecho Ambiental; y para hablar de ello, es necesario remontarnos a sus inicios, los cuales no se formalizaron en México, sino en el continente europeo en el año de 1972, cuando se comenzó a tomar conciencia política sobre la naturaleza global y las amenazas respecto del medio ambiente, las cuales dieron pauta para que diferentes países del mundo adoptaran sus propias medidas; entre ellos México.

A raíz de los tratados internacionales en materia ambiental de los que México ha sido parte, como lo son, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de Río de Janeiro, el Protocolo de Kioto, el Convenio de Estocolmo relacionados al cuidado y protección del medio ambiente, se deriva la normatividad ambiental en sus tres esferas de gobierno, federal, estatal y municipal, así como su forma de regularse, protegiendo el bien jurídico tutelado, siendo éste la garantía a un medio ambiente sano que todo individuo tiene derecho a tener en sus respectivos ámbitos de competencia.

Uno de los que a mi consideración es un antecedente histórico fundamental para México, en el tema ambiental, es el Protocolo de San Salvador, ratificado en septiembre del año 1998, donde se hace más notorio el vínculo que existe entre los derechos humanos y el Derecho Ambiental, los cuales hasta la fecha prevalecen. Es un protocolo adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, en él se proclama el derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos. Los Estados partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente, ya que al reconocer que los derechos esenciales del hombre no nacen del derecho de ser nacional de un Estado determinado, sino que tienen como fundamento los atributos de la persona humana, razón por la cual justifican una protección internacional, de naturaleza convencional, coadyuvante y complementaria de la que ofrece el derecho interno de los Estados americanos; considerando la estrecha relación que existe entre la vigencia de los derechos económicos, sociales y culturales.

<sup>1</sup> Mtra. Marina Gisela Hernández García es Profesora de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Baja California. [marina.hernandez@uabc.edu.mx](mailto:marina.hernandez@uabc.edu.mx)

<sup>2</sup> Dra. Magdalena Díaz Beltrán es Profesora de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Baja California. [mdiaz@uabc.edu.mx](mailto:mdiaz@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. Daniel Octavio Valdez Delgadillo, es Director de la Facultad de Derecho campus Mexicali UABC. [danielvaldez@uabc.edu.mx](mailto:danielvaldez@uabc.edu.mx)

<sup>4</sup> Mtro. Jorge Humberto Vargas Ramírez es Profesor de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Baja California. [jvargas@uabc.edu.mx](mailto:jvargas@uabc.edu.mx)

Un concepto práctico de Derecho Ambiental, según Narciso Sánchez Gómez, lo podremos entender como un conjunto de normas jurídicas de Derecho Público, que regulan las relaciones de los seres humanos en sociedad con los diversos recursos naturales, en la medida en que aquellos puedan influir sobre estos últimos. La ubicación del derecho al medio ambiente sano en el artículo 4º constitucional puede entenderse como una directriz en torno a su progresividad. Frente a la idea de que los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales son progresivos valdría la pena recordar la Declaración y Programa de Acción de Viena de 1993 en donde se dispone: “Todos los derechos humanos son universales, indivisibles e interdependientes y están relacionados entre sí. La comunidad internacional debe tratar los derechos humanos en forma global y de manera justa y equitativa, en pie de igualdad y dándoles a todos el mismo peso”. (1).

### ***Inconvencionalidad del artículo 187 de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California.***

La reforma de 2011 implicó una serie de modificaciones a 11 artículos de nuestra Constitución que vienen a fortalecer el sistema de reconocimiento y protección de los derechos humanos en México, y que impactará de una manera benéfica a la sociedad; esta reforma impone la obligación de conocer, aplicar y observar el marco jurídico internacional de protección de los derechos humanos. Asimismo, los deberes de los servidores públicos se han robustecido constitucionalmente por lo que todas las autoridades tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.

Dentro de los esfuerzos más recientes de nuestro país en materia ambiental, el 8 de febrero de 2012 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación la reforma al artículo 4º constitucional, párrafo 5, el cual establece que: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”

La ubicación del derecho al medio ambiente sano en el artículo 4º constitucional puede entenderse como una directriz en torno a su progresividad. Frente a la idea de que los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales son progresivos valdría la pena recordar la Declaración y Programa de Acción de Viena de 1993 en donde se dispone: “Todos los derechos humanos son universales, indivisibles e interdependientes y están relacionados entre sí. La comunidad internacional debe tratar los derechos humanos en forma global y de manera justa y equitativa, en pie de igualdad y dándoles a todos el mismo peso”. (1).

Asimismo, los instrumentos internacionales ratificados por México integran un conjunto de nuevas obligaciones para nuestro país vinculadas a los derechos ambientales. Bajo la decisión de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, en la contradicción de tesis 923/2011, los derechos o especificaciones contenidas en los tratados se integran al bloque de constitucionalidad cuya aplicación se produce a través del principio pro persona.

El artículo 11 del Protocolo adicional a la Convención Americana Sobre Derechos Humanos en Materia De Derechos Económicos, Sociales y Culturales “Protocolo De San Salvador” determina: “Derecho a un Medio Ambiente Sano. 1. Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos. 2. Los Estados partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente”. Esta disposición se integra junto con el artículo 4º constitucional, al bloque de supremacía en el orden jurídico mexicano. En 1987 se reforma la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para adicionar al artículo 73 la fracción XXX-G, donde establece concurrencia a los tres niveles de gobierno para expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; y gracias a esta nueva disposición la legislación ambiental dejó de ser estrictamente federal y las legislaturas locales emitieron sus primeras leyes ambientales.

El análisis jurídico de las características del procedimiento administrativo de inspección y vigilancia, las bases constitucionales del mismo, las sanciones administrativas que se encuentran reguladas por la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California, y por ende el medio de defensa con el que cuentan los particulares para inconformarse ante un acto de autoridad; las sanciones administrativas y medidas de seguridad, de las cuales son sujetas las personas físicas y morales, dentro del ámbito de jurisdicción estatal cuando transgreden lo establecido en la legislación ambiental, así como de las Normas Oficiales Mexicanas.

Ahora bien, atendiendo a lo establecido en el artículo 8 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos Pacto de San José, denominado Garantías Judiciales, en su punto uno, toda persona tiene derecho a ser oída, con las debidas garantías y dentro de un plazo razonable, por un juez o tribunal competente, independiente e imparcial, establecido con anterioridad por la ley, en la sustanciación de cualquier acusación penal formulada contra ella, o para la determinación de sus derechos y obligaciones de orden civil, laboral, fiscal o de cualquier otro carácter. En virtud de lo anterior, se considera que el precepto de la ley ambiental estatal, es inconventional, al artículo 8 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, ya que se establece en una ley secundaria de manera arbitraria la imposición de una sanción administrativa, atribuyéndole tal hecho a un tabulador de multas, con el cual el servidor público se debe de basar para emitir su resolución administrativa, que en materia ambiental en el Estado de Baja California, no existe.

La Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Baja California, en materia de desarrollo sustentable, prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente del territorio del Estado. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar y vigilar el cumplimiento del deber que tiene toda persona de proteger el ambiente, así como definir las medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento, su aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas que correspondan; además tiene como objeto el aprovechar en forma sustentable los recursos naturales e incrementar la calidad de vida de la población; prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo en las áreas que no sean competencia de la Federación; definir las medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento; de igual forma establecer las bases para garantizar el acceso de la sociedad a la información ambiental, que permita a los ciudadanos conocer la situación ambiental que guarda el estado y para asegurar su participación corresponsable en la protección del ambiente y la preservación del equilibrio ecológico, en ese sentido, el procedimiento administrativo es el medio legal de realización de los actos administrativos que se encuentra expresamente estipulado en las leyes y reglamentos administrativos para cada esfera de competencia, y que debe seguirse rigurosamente por las autoridades responsables de la producción y ejecución de los mismos, se desarrolla en el marco de la administración pública federal, Distrito Federal, Entidades federativas y municipios, para producir un acto de la misma naturaleza que crea, reconoce, confirma, modifica, o extingue derechos y obligaciones relacionados con un particular o con la colectividad; solo son notables dos personas, el órgano o dependencia administrativa que emite y ejecuta el acto administrativo definitivo, y el particular destinatario que puede ser una persona física, moral u otra entidad federativa, es el medio con el que cuenta la autoridad ambiental, para hacer valer la obligación de los gobernados a vivir en un medio ambiente sano; además es el examen metodológico de las operaciones que realizan las empresas, respecto de la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas necesarias para proteger el medio ambiente; estrictamente, inspección y vigilancia en materia ambiental, es un conjunto de actos jurídicos de Derecho Público que llevan a cabo las autoridades administrativas en la materia de estudio, en el domicilio, local, fabricas, bodegas, negocios, medios de transporte, instalaciones, con el fin de investigar, vigilar y comprobar si se están cumpliendo o no las normas sobre equilibrio ecológico y de protección al ambiente, para que de estas se puedan dictar medidas de seguridad o imponer sanciones por infracciones a los preceptos jurídicos respectivos.

La práctica de inspecciones, es totalmente necesaria y justificada, porque el respeto a las normas jurídicas es elemental para preservar los recursos naturales y alcanzar un equilibrio ecológico en todo el territorio. Estas medidas administrativas deben ser respaldadas bajo el principio de legalidad que rige todo acto de autoridad, para no lesionar los derechos de los particulares.

Las resoluciones administrativas, es el acto definitivo de un acto de autoridad donde se estipularán las infracciones cometidas, así como las sanciones, para éstas se señalarán diversos criterios y deberán de establecerse de manera separada, es importante aclarar que existen dos resoluciones administrativas, la primera es de inspección, y la segunda, de verificación; en la primera, además de contener carga procesal, también se le determina al gobernado de manera detallada, una relatoría de los hechos con los que se abrió el procedimiento, valorando las pruebas ofrecidas, haciendo efectivos los apercibimientos, las medidas técnicas y el plazo para dar cumplimiento con las mismas de acuerdo a la normatividad ambiental, así como las sanciones administrativas a las que se hizo acreedora; todo lo anterior fundado y motivado conforme a las actuaciones de la autoridad, tomando como supletoria de la Ley de Procedimientos para Actos de la Administración Pública del Estado de Baja California.

Las sanciones administrativas, son determinaciones disciplinarias que fincan las autoridades, cuando la conducta de las personas físicas o morales ha quebrantado la ley en materia ambiental, así como sus disposiciones complementarias, según José Juan González Márquez, e Ivett Montelongo Buena Vista, explican que todas y cada una de las leyes ambientales vigentes en México han establecido sanciones de carácter administrativo, que son aplicables por las autoridades que las mismas leyes facultan para tal efecto, dichas sanciones consistirán: en multa económica, clausura de maquinaria o equipo en la cual se desarrolla la actividad productiva, arresto, aseguramiento, suspensión de autorizaciones o licencias.

La citada Ley, establece como sanciones administrativas, aplicables de manera fundada y motivada de acuerdo a su competencia en al ámbito estatal, las violaciones a sus preceptos, a sus reglamentos y las disposiciones que de ella emanen, de la siguiente manera: multa por el equivalente de treinta a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en la región al momento de imponer la sanción, Las multas aplicables, serán determinadas en un tabulador de multas, de conformidad con las disposiciones previstas en el reglamento correspondiente; clausura temporal o definitiva, total o parcial; arresto administrativo hasta por 36 horas; decomiso de los instrumentos, ejemplares, productos o subproductos directamente relacionados con infracciones relativas a recursos forestales, especies de flora y fauna silvestre o recursos genéticos, conforme a lo previsto en la presente Ley, y suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes. Si una vez vencido el plazo concedido por la autoridad para subsanar la o las infracciones que se hubieren cometido, resultare que dicha infracción o infracciones aún subsisten, podrán imponerse multas por cada día que transcurra sin obedecer el mandato, sin que el total de las multas exceda del monto máximo permitido, conforme a la fracción I de este artículo. En el caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por tres veces del monto originalmente impuesto, así como la clausura definitiva.

La Ley General, establece mecanismos concretos, específicos y claros para la imposición de una sanción administrativa, a diferencia de la estatal, que además de no contar con un instrumento para medir el daño ocasionado por la actividad del gobernado, deja de manera arbitraria a un tabulador de multas la sanción correspondiente, el cual no existe en dicho precepto, ni tampoco en ninguno de los reglamentos en la materia; es por ello que se considera al artículo 187 de la ley ambiental estatal, inconveniente al artículo 8 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, ya que se violentan las garantías judiciales del gobernado, tratándose de persona física o moral; en primera instancia, porque toda persona tiene derecho a ser oída, con las debidas garantías y dentro de un plazo razonable, por un juez o tribunal competente, independiente e imparcial, establecido con anterioridad por la ley, en la sustanciación de cualquier acusación penal formulada contra ella, o para la determinación de sus derechos y obligaciones de orden civil, laboral, fiscal o de cualquier otro carácter; en el caso que nos ocupa es en materia administrativa.

Atendiendo al cuadernillo de la Jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos #7, denominado Control de la Convencionalidad, en su precepto 3.2, establece la obligación de realizar el control de convencionalidad corresponde a los jueces y órganos vinculados a la administración de justicia en todos los niveles Caso Cabrera García y Montiel Flores Vs. México. Excepción Preliminar, Fondo, Reparaciones y Costas. Sentencia de 26 de noviembre de 2010. 225.

Este Tribunal ha establecido en su jurisprudencia que es consciente de que las autoridades internas están sujetas al imperio de la ley y, por ello, están obligadas a aplicar las disposiciones vigentes en el ordenamiento jurídico, pero cuando un Estado es Parte de un tratado internacional como la Convención Americana, todos sus órganos, incluidos sus jueces, también están sometidos a aquél, lo cual les obliga a velar por que los efectos de las disposiciones de la Convención no se vean mermados por la aplicación de normas contrarias a su objeto y fin. Los jueces y órganos vinculados a la administración de justicia en todos los niveles están en la obligación de ejercer ex officio un “control de convencionalidad” entre las normas internas y la Convención Americana, evidentemente en el marco de sus respectivas competencias y de las regulaciones procesales correspondientes. En esta tarea, los jueces y órganos vinculados a la administración de justicia deben tener en cuenta no solamente el tratado, sino también la interpretación que del mismo ha hecho la Corte Interamericana; en ese mismo sentido, señala también en el apartado 3.3, El Control de convencionalidad es una obligación de toda autoridad pública Caso Gelman Vs. Uruguay. Fondo y Reparaciones. Sentencia de 24 de febrero de 2011 13. 193. Cuando un Estado es Parte de un tratado internacional como la Convención Americana, todos sus órganos, incluidos sus jueces, están sometidos a aquél, lo cual les obliga a velar por que los efectos de las disposiciones de la Convención no se vean mermados por la aplicación de normas contrarias a su objeto y fin, por lo que los jueces y órganos vinculados a la administración de justicia en todos los niveles están en la obligación de ejercer ex officio un “control de convencionalidad” entre las normas internas y la Convención Americana, evidentemente en el marco de sus respectivas competencias y de las regulaciones procesales correspondientes y en esta tarea, deben tener en cuenta no solamente el tratado, sino también la interpretación que del mismo ha hecho la Corte Interamericana, intérprete última de la Convención Americana.

### Conclusión

Es fundamental para poder operar este sistema, sensibilizar, actualizar y capacitar a todos los servidores públicos en el nuevo marco constitucional y en el desarrollo de capacidades para accionar todos los mecanismos previstos para la protección del ambiente sano. El medio ambiente sano no sólo implica un derecho que trae consigo la posibilidad de desarrollar una vida digna en la que todo el conjunto de derechos humanos estén plenamente garantizados; es una obligación que debemos cumplir por las generaciones presentes y futuras.

### Referencias

#### Bibliográficas:

- González Márquez, José Juan, *Nuevo derecho ambiental mexicano*, 2ª, México, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 1999.
- González Márquez, José Juan, y Montelongo Buena Vista, Ivett, *Introducción al derecho ambiental mexicano*, 2ª, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1999.
- Gutiérrez Nájera, Raquel, *Introducción al estudio del derecho ambiental*, 2ª ed., México, Porrúa, 2000.
- Quintana Valtierra, Jesús, *Derecho ambiental mexicano, nociones generales*, 2ª ed., México, Porrúa, 2002.
- Sánchez Gómez, Narciso, *Derecho ambiental*, México, Porrúa, 2001.

#### Normativas:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.
- Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, publicado en el Periódico Oficial No. 53, de fecha 30 de noviembre de 2001, Sección I, Tomo CVIII.
- Agenda ecológica ambiental 2012, 5ª, México, Editorial Isef, 2012, de la LGEEPA
- Reglamento Interno de la Secretaría de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, publicado en el Periódico Oficial No. 33, de fecha 27 de julio de 2012, Sección III, Tomo CXIX.

#### Informáticas:

- <http://www.pudh.unam.mx/perseo/?p=5499>, Perseo, Programa Universitario de Derechos Humanos, UNAM, número 9 noviembre de 2013, fecha de consulta 17 de octubre de 2015.
- <http://www.corteidh.or.cr/sitios/libros/todos/docs/controlconvencionalidad8.pdf>, Corte Interamericana de Derechos Humanos © 2015, fecha de consulta, 19 de octubre de 2015.
- <http://www.corteidh.or.cr/sitios/libros/todos/docs/controlconvencionalidad8.pdf>, Cuadernillo de Jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, No. 7, Corte Interamericana de Derechos Humanos © 2015, fecha de consulta 19 de octubre de 2015.



# RED NEURONAL PARA LA PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GAS METANO

M.C. Osbaldo Hernández Guevara<sup>1</sup>, Esmeralda Margarita Sierra León<sup>2</sup>,  
Dr. Hector Cerecedo Nuñez<sup>3</sup> y Dra. Rosario Aldana Franco<sup>4</sup>

**Resumen**—Los progresos del hombre han permitido dirigir sus esfuerzos a otros campos, como por ejemplo, a la construcción de máquinas calculadoras que ayuden a resolver de forma automática y rápida determinadas operaciones que resultan tediosas cuando se realizan a mano.

El desarrollo de nuevos sistemas computacionales favorece en comprobación de ciertos análisis, siendo determinados por algoritmos estructurados que pueden alcanzar un nivel de confianza mayor del 90%, prediciendo así los posibles resultados de algunos productos o coproductos.

En el presente proyecto el proceso de la producción de biogás a través de una biodigestión anaerobia, se pudo incurrir en la sustitución previa de un equipo analítico provisional como lo es el cromatógrafo de gases, debido a sus altos costos de operación. Por lo anterior, la red neuronal se desarrolló programando información previa para posteriormente predecir ciertos resultados de la producción de metano vs. Tiempo.

**Palabras clave**— Biocombustible, RNA, Biogas, Metano.

## Introducción

La codigestión anaerobia de residuos agrícolas y líquidos industriales para producir metano se ha incrementado debido al bajo costo (Álvarez, 2000).

Actualmente se toman decisiones y se buscan alternativas para el ahorro de la electricidad ya que la situación actual del panorama energético mexicano es muy controvertida, pues en el país más del 80% de la generación eléctrica se realiza a partir de combustibles fósiles (fuel oil, crudo nacional y diésel), por lo que reviste especial importancia la participación de otras fuentes energéticas que contribuyan a su sustitución (Jiménez 2016).

Las redes neuronales son más que otra forma de emular ciertas características propias de los humanos, como la capacidad de memorizar y de asociar hechos. Son un modelo artificial y simplificado del cerebro humano, que es el ejemplo perfecto del que se dispone para un sistema que es capaz de adquirir conocimiento a través de la experiencia. Una red neuronal es “un nuevo sistema para el tratamiento de la información, cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en la célula fundamental del sistema nervioso humano: la neurona” (Weiland 2010).

Por lo que esta investigación se centra en estimar con un nivel de exactitud cercano al comportamiento real, la producción de biogás de un reactor anaeróbico mesofílico de tanque agitado a escala de laboratorio. Estableciendo algunos de los parámetros básicos que intervienen en el proceso.

## Descripción del Método

### *Obtención de la materia prima y acondicionamiento*

El lactosuero se obtendrá de una industria quesera ubicada en Ciudad Mendoza, Veracruz; una vez obtenido el subproducto, se pondrá en refrigeración hasta el día a utilizar.

Se caracterizará el lactosuero para tener presente su composición fisicoquímica durante el proceso de fermentación en la producción de Bioetanol. Elaborando tres réplicas de cada método efectuado.

<sup>1</sup> El M.C. Osbaldo Hernández Guevara es estudiante del programa de Doctorado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana en la cd. de Xalapa, Veracruz, México. [osbhernandez@uv.mx](mailto:osbhernandez@uv.mx)

<sup>2</sup> La C. Esmeralda Margarita Sierra León es estudiante del programa de Ingeniería en biotecnología de la Facultad de Ciencias Químicas en la cd. de Orizaba, Veracruz, México [esmesierra\\_96@outlook.com](mailto:esmesierra_96@outlook.com)

<sup>3</sup> El Dr. Hector Hugo Cerecedo Nuñez, es académico de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana en la cd. de Xalapa, Veracruz, México. [hcerecedo@uv.mx](mailto:hcerecedo@uv.mx)

<sup>4</sup> La Doctora Rosario Aldana Franco es académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana en la ciudad de Xalapa, Veracruz. [rosario\\_aldana@yahoo.com.mx](mailto:rosario_aldana@yahoo.com.mx)

*Caracterización fisicoquímica de estiércol y suero*

Las técnicas que se realizaron al suero y al estiércol para conocer sus características fisicoquímicas se encuentran en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Estudios fisicoquímicos que se realizaron al lactosuero y estiércol.

Suero:	Estiércol (inoculo):
• Proteínas	• Cuantificación de solidos totales
• Carbohidratos	• Densidad
• Grasas y aceites	• pH
• PH	• Humedad
• Densidad	• Cenizas

- Determinación de proteínas por el método micro kjeldahl.

El análisis se determinó de acuerdo a la norma NOM-183-SCFI-2012,

- Determinación de cenizas (Método: Incineración Directa)

Las cenizas son un producto de la combustión compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, así como sales minerales.

- Determinación de acidez total

La acidez se mide con base a una titulación alcalimetría con hidróxido de sodio utilizando fenolftaleína como indicador.

- Determinación sólidos totales

Se determinaron de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-183-SCFI-2012

- Determinación de grasa butírica

La determinación de grasa del lactosuero se determinó según la norma NMX-F-387-1982

- Determinación de pH

El pH es la medición de acidez o alcalinidad.

- Determinación de lactosa

Se determina de forma indirecta tomando en cuenta los demás componentes del lactosuero

Porcentaje de lactosa = (100% - (% proteínas + % grasa + % humedad + % cenizas)) (Ec.6)

- Determinación de grasas y aceite (Método: extracción soxhlet)

Grasas y aceites: Es definido como un grupo de sustancias con características físicas asimilares, las cuales son determinadas cuantitativamente en base a su solubilidad común en un solvente orgánico.

- Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para la determinación de oxígeno disuelto (OD) se puede emplear cualquiera de los dos métodos establecidos en la norma mexicana NMX-AA-012-SCFI

- Determinación del consumo de lactosa

Para la determinación del consumo de lactosa, los sobrenadantes fueron procesados mediante el método DNS.

*Análisis de la biodigestión anaerobia*

Los procesos anaerobios se basan en la transformación de la materia orgánica en biogás y microorganismos por medio de otros microorganismos, quedando restos no biodegradables.

El análisis de la biodigestión anaerobia se realizara por medio de cinéticas que se irán desarrollando diariamente para tener una aproximada producción de metano.

*Análisis de cinéticas fermentativas de la biodigestión anaerobia*

Las cinéticas que se llevaran a cabo en el trayecto de los días serán para la identificación de minerales y proteínas que ayudan al proceso de las células para la producción de biogás (metano).

Las cinéticas a realizar se muestran en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Análisis de las cinéticas a realizar.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda bioquímica de oxígeno</li> <li>• Demanda química de oxígeno</li> <li>• Solidos solubles totales</li> <li>• Solidos disueltos totales</li> <li>• Solidos solubles</li> <li>• Grasas y aceites</li> <li>• Coliformes fecales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácidos grasos volátiles</li> <li>• Carbono, nitrógeno y fosforo</li> <li>• Solidos solubles volátiles</li> <li>• Amoniac</li> <li>• Alcalinidad</li> <li>• Potencial oxido reducción</li> </ul>
--	--

*Algoritmos computacional de la red neuronal*

Una vez identificando los patrones de entrada y las salidas de la red, se procede al diseño del algoritmo computacional partiendo de los principios fundamentales de las redes neuronales artificiales (Figura 3)

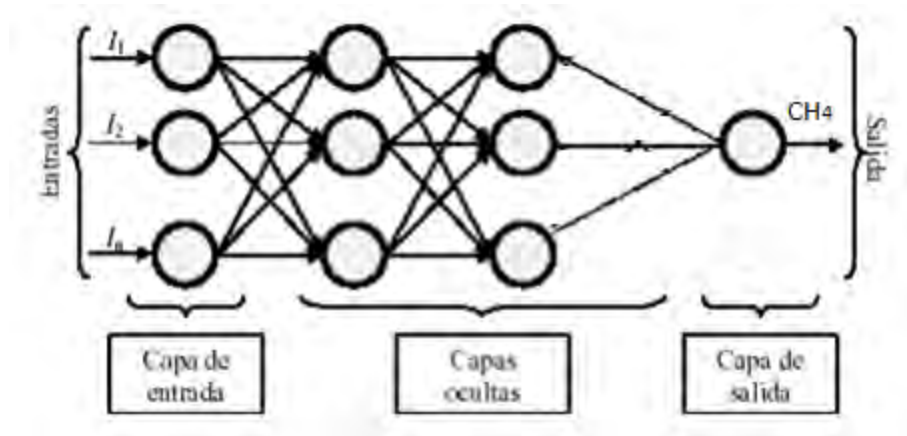


Figura 1. Esquema de la red neuronal.

*Programación de la red neuronal en Matlab ®*

La programación se realiza ya que se haya definido bien el algoritmo computacional, empleando Pasos para aplicar el Algoritmo de Entrenamiento

Paso 1. Inicializar los pesos de la red con valores pequeños aleatorios.

Paso 2. Presentar un patrón de entrada y especificar la salida deseada que debe generar la red.

Paso 3. Calcular la salida actual de la red. Para ello se presentan las entradas a la red y se calcula la salida de cada capa hasta llegar a la capa de salida, ésta será la salida de la red.

*Validación de datos de la red neuronal*

Se llevará a cabo una biodigestión anaerobia en un biodigestor modelo BT-BG-050 / EL una vez obtenidos estos datos, se introducirán a la red neuronal arrojando la predicción de la concentración de gas metano y se compara los resultados de la producción de gas metano con los experimental y los de la red neuronal.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En la **Tabla 3** y **4** se muestran los resultados obtenidos de la caracterización del lactosuero y estiércol respectivamente.

**Tabla 3.** Resultados de la caracterización fisicoquímica del lactosuero.

Componentes	Lactosuero
Grasa butírica %	2
Sólidos totales g	6.9
Lactosa	4.97
Proteína %	0.94
Humedad %	93.1
pH	5.6
Acidez total %	0.076
Cenizas %	0.787

**Tabla 4.** Resultados de la caracterización fisicoquímica del estiércol.

Estiércol	
% solidos	17.85
% Humedad	82.15
Densidad	0.4637 g/mL

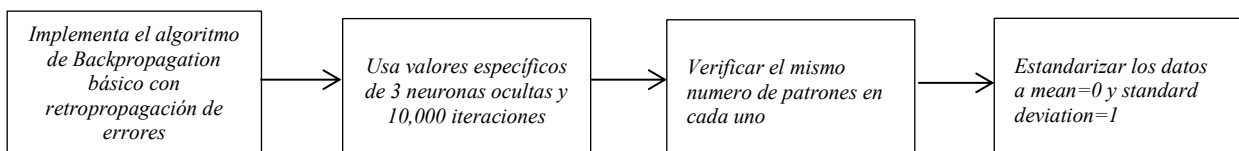
En la **Tabla 5** se presenta la información de las cinéticas de la biodigestión anaerobia.

**Tabla 5.** Resultados obtenidos en diferentes intervalos de tiempo

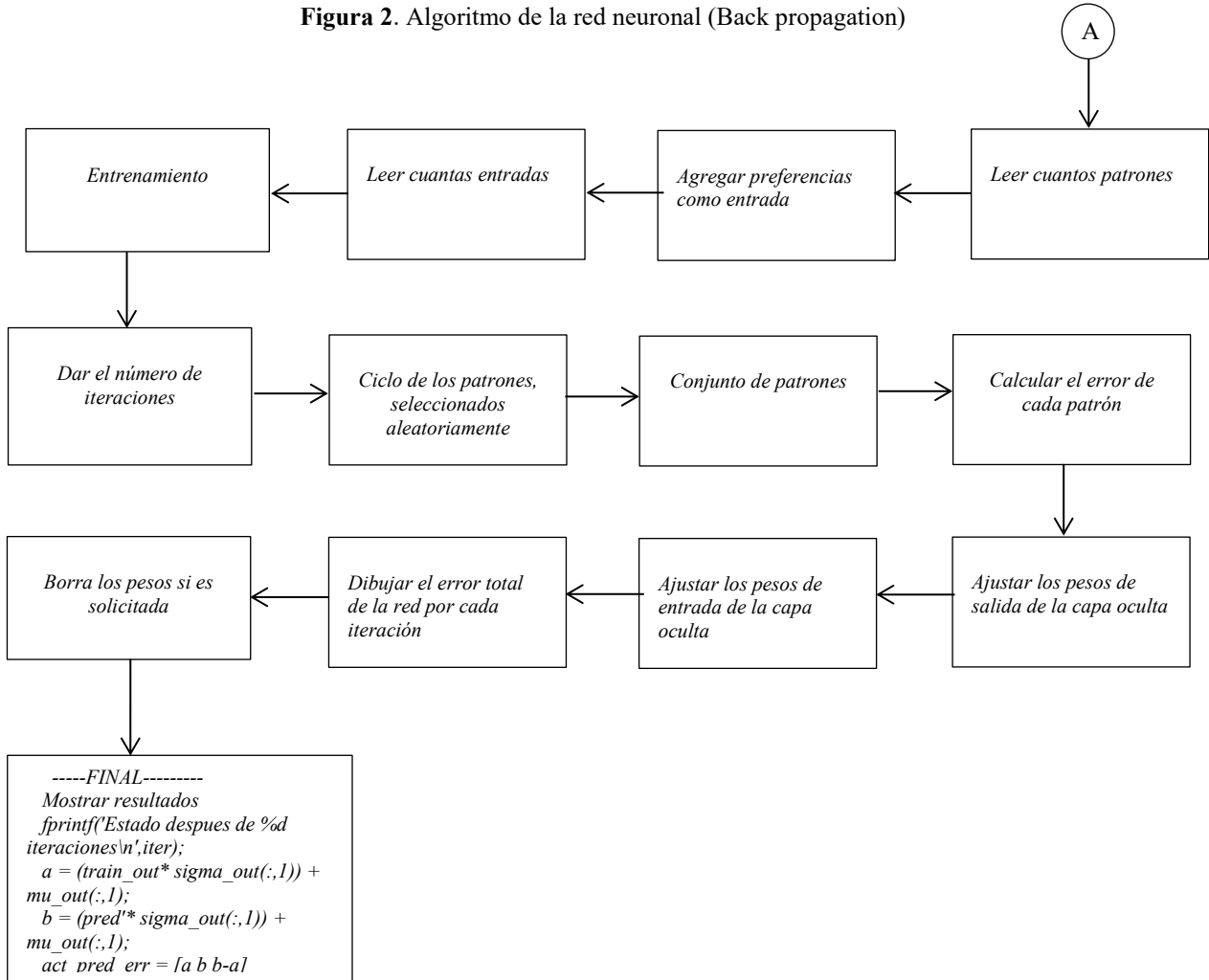
Análisis	Porcentaje de metano				
	0	10%	45%	80%	100%
Metano (mL)	0.0	490	2150	3750	4800
pH	7.5	7.2	6.56	6.7	6.9
AGV (mg CH <sub>3</sub> COOH/L)	2110.0	2340.7	1796.1	1246.2	1034.2
DQO <sub>T</sub> (Mg O <sub>2</sub> /L)	3075	2749	2539	2209	1227
DQO <sub>S</sub> (Mg O <sub>2</sub> /L)	2786	2446	2373	2012	1215
Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	3135	2873	2351	2612	2873
<b>Tiempo de retención (Días)</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>

#### Algoritmo de la red neuronal (Back propagation)

A continuación en la Figura 2 se muestra el algoritmo de la red neuronal back propagation



**Figura 2.** Algoritmo de la red neuronal (Back propagation)



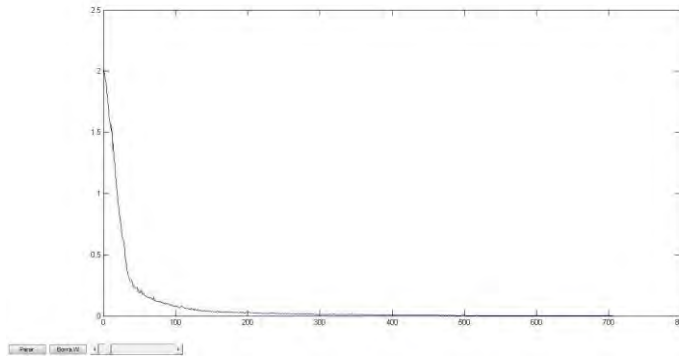
...continuación Figura 2. Algoritmo de la red neuronal (Back propagation)

A continuación **Tabla 6** se muestran la comparación de los resultados experimentales con los de la red neuronal.

**Tabla 6.** Comparación de los porcentajes de producción de la red neuronal y experimental

Días	Experimental %	Red Neuronal %	Error
0	0	0.0294	0.0294
10	10	9.9737	-0.0263
20	45	45.0071	0.0071
30	80	79.9915	-0.0085
40	100	100.0133	0.0133

En la **Figura 3** se puede mostrar el error propagado dentro del entrenamiento de la backpropagation.



**Figura 3.** Propagación del error

### *Conclusiones*

Los resultados experimentales obtenidos durante la biodigestión anaerobia para el entrenamiento de la red neuronal fueron establecidos por intervalos de 10 días produciéndose 0%, 10%, 45%, 80%, 100% de gas metano hasta finalizar a los 40 días. El diseño de la red neuronal (backpropagation) se ajustó casi completamente a los datos experimentales presentándose un error menor al 3%.

Con lo anterior se puede concluir que un análisis de producción de gas metano de una biodigestión anaerobia para el sustrato lactosuero-estiercol, se puede sustituir el análisis de producción de metano por una red neuronal artificial (RNA) desarrollada en Matlab® siendo eficiente su comportamiento con un mínimo de error

### *Recomendaciones*

Con la presentación de la presente red neuronal, se puede recomendar su uso para ajustar a diferentes tipos de sustratos y así la ejecución de la misma pueda converger con los resultados obtenidos experimentalmente, ahorrando recursos económicos y tiempo.

### *Referencias bibliográficas*

- Alvarez, M. (2000). Biocombustibles: desarrollo historico-tecnologico,mercados actuales y comercio internacional(anaerobic gigestion). *Water Sci. Technology* 41, 155-162.
- Jimenez, C. A. (2016). Modelo de RBF para estimar la produccion de biogas en codigestion anaerobia en reactor UASB. *10MO Congreso Internacional de Educacion Superior*, 1-11 .
- Weiland, P. (2010). Biogas production:current state and perspectives.*Applied Microbiology and Biotechnology*. 849-86.

# HABITABILIDAD URBANA A PARTIR DE LA RELACIÓN ENTRE EQUIPAMIENTO URBANO Y EL ESPACIO PÚBLICO EN COLONIAS POPULARES DE TIJUANA BAJA CALIFORNIA

Alonso Hernández Guitrón Autor<sup>1</sup>, Jacobo Lamech Acuña Magaña Coautor<sup>2</sup>, María de los Ángeles Zarate López Coautora<sup>3</sup> Juan Antonio Pitones Rubio Coautor<sup>4</sup>

**Resumen—** Este trabajo aborda el tema de la habitabilidad urbana en particular la percepción de los usuarios la relación del equipamiento urbano y el espacio público. En la ciudad de Tijuana, Baja California destaca siendo la ciudad más importante del noroeste del país y de la región fronteriza.

El equipamiento urbano es un conjunto de edificaciones e instalaciones, además de contribuir a la ordenación urbana y activación de necesidades de la población, su significado como un referente para las comunidades donde se ubica.

El gran dinamismo económico de cada ciudad ha provocado un crecimiento urbano muy acelerado que en conjunto con la migración sea constante ha traído una marcada formación de asentamientos irregulares. Lo anterior ha provocado que la administración urbana y la dotación de servicios e infraestructura así como la planeación urbana no están a la par de las necesidades reales de la ciudad.

Por lo anterior se identifica necesario contar con elementos para el diseño, así como para generar estrategias para el equipamiento urbano y espacio público logren contar con la integración que permita poder acceder a una mayor habitabilidad.

## Introducción

El presente trabajo parte de la investigación denominada “colonia populares de Tijuana, B.C., un estudio integral sobre habitabilidad, espacio público y equipamiento urbano” y para ello se realizaron visitas de campo en tres colonias populares ubicadas en la ciudad de Tijuana, que es el marco urbano donde se localizan las tres colonias consideradas para este trabajo que son Camino Verde, Obrera y Lomas Taurinas. Se optó por realizaron encuestas con residentes para obtener la información y contar con una primera aproximación acerca del tema para la investigación, y que permitiera establecer referencias para el análisis de esta relación.

## Descripción del Método

El trabajo con lleva trabajo de campo para la identificación del equipamiento urbano así como del espacio público sin embargo la parte central del presente se centra en la realización de una entrevista a residentes de los conjuntos habitacionales con la finalidad de conocer cuál es la percepción de la relación equipamiento urbano y espacio público.

En cada uno de los conjuntos se realizaron 30 entrevistas con 16 preguntas de las cuales solo se analizan en este documento solo siete.

## Introducción.

El presente trabajo es parte de la investigación “Equipamiento urbano en colonias populares de la zona metropolitana de Tijuana” en el cual se aborda en particular la percepción de los usuarios la relación del equipamiento urbano y el espacio público. Para ello se realizaron visitas de campo en tres colonias populares y se

<sup>1</sup> Alonso Hernández Guitrón, profesor de la Universidad Autónoma de Baja California Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Tijuana Baja California. [alonso\\_hg@uabc.edu.mx](mailto:alonso_hg@uabc.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Jacobo Lamech Acuña Magaña, estudiante la Universidad Autónoma de Baja California, Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Tijuana Baja California. [a1205184@uabc.edu.mx](mailto:a1205184@uabc.edu.mx) (coautor)

<sup>3</sup> María de los Ángeles Zarate López, profesora de la Universidad Autónoma de Baja California Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Tijuana Baja California. [maria.zarate@uabc.edu.mx](mailto:maria.zarate@uabc.edu.mx) (coautora)

<sup>4</sup> Juan Antonio Pitones Rubio, profesor de la Universidad Autónoma de Baja California Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Tijuana Baja California, [juan.antonio.pitones.rubio@uabc.edu.mx](mailto:juan.antonio.pitones.rubio@uabc.edu.mx) (coautor)

realizaron encuestas con residentes para obtener la información y contar con una primera aproximación acerca del tema para la investigación, y que permitiera establecer referencias para el análisis de esta relación.

En la ciudad de Tijuana, es el marco urbano donde se localizan las 3 colonias populares consideradas para este trabajo. Tijuana cuenta con una ubicación considerada estratégica ya que esta se localiza en el noroeste del estado de Baja California y del país, México, colindando con el estado de California de los Estados Unidos de Norteamérica; esta ciudad es la de mayor actividad económica en el estado lo que ha ocasionado se presente desde sus orígenes, finales del siglo XIX hasta la fecha un flujo migratorio muy importante.

Los municipios de Tecate y Playas de Rosarito, integran la Zona Metropolitana de Tijuana, su población representa el 49.4% del total estatal para el 2013, su gran mayoría se concentra en Tijuana, contando con una población de 1 millón 670 mil 365 personas. (CONAPO, 2013).

El gran dinamismo económico de la región ha provocado un crecimiento urbano que sobre pasa la capacidad del estado de dar respuesta oportuna a las necesidades que la población demanda, así mismo la migración hacia esta zona provoca que esta situación se agudice, además de generar que se localicen especialmente en la zona periférica de Tijuana asentamientos irregulares.

Este comportamiento se agudizo en la década de los setentas propiciado un crecimiento urbano desordenado, llevando se a cabo en zonas con limitada aptitud territorial, es decir en zonas como cañadas, de topografía accidentada, zonas que por ello cuentan con limitada accesibilidad. Lo anterior ha provocado que la administración urbana y la dotación de servicios e infraestructura así como la planeación urbana y regional se lleven a cabo con una cuestionada eficiencia repercutiendo esto en sus habitantes sobre todo en los de menores recursos, prevaleciendo la irregularidad del suelo, falta de cobertura en infraestructura y servicios, déficit de equipamiento, deterioro de la imagen urbana y problemas de contaminación.

Ante este comportamiento la localización de la población en Tijuana se presenta principalmente en las áreas periféricas de la ciudad, desde los años setentas. Al pasar de los años la consolidación del área urbana y con ellos aspirar a un rendimiento mayor de la infraestructura, servicios y equipamiento, que permitan una ciudad a menor costo, está lejos de que ocurra, lo que sucede es la construcción de una ciudad, distante dispersa y desconectada.

Tres colonias populares de Tijuana, B.C. son el objeto de análisis de este trabajo:

- La colonia Obrera localizada al noroeste de la ciudad es un asentamiento humano muy dinámico, existe un gran número de pequeños negocios o comercios, muchos de ellos atendidos por los mismos propietarios y vecinos de este lugar. Se encuentra cercana inmersa en una zona urbana consolidada y antigua de la ciudad.
- La colonia Camino Verde, cientos de familias en un espacio de más de 100 hectáreas, compuesta por cerros y cañones, cercana a uno de los centros de mayor dinamismo comercial y de servicios de la ciudad conocido como "5 y 10", cuenta con escuela primaria, una clínica de salud, canchas deportivas, además cuenta con una intervención en base a dotación de equipamientos urbanos de tipo comunitario en el corazón de la colonia mismos que se están significando como elementos positivos para la zona.
- Colonia Lomas Taurinas localizada en el extremo norte de la ciudad, contiguo en su lado norte con el aeropuerto de la ciudad y al este continúa con la Universidad Autónoma Baja California, la colonia, calles con pavimento, con una traza irregular donde los terrenos cuentan con un grado de ocupación muy intenso, se ubican parques que cuentan con un adecuado mantenimiento. Cuenta con calles angostas y sinuosas que limita el tránsito vehicular en la zona.

El presente trabajo tiene como objetivo identificar cuál es la percepción del usuario de la relación entre equipamiento urbano y espacio público en colonias populares, reviste especial interés debido a la amplia presencia de estas en la ciudad debido principalmente al gran crecimiento urbano que aquí se presenta.

### **Equipamiento urbano y espacio público.**

El equipamiento es una pieza fundamental para la estructuración urbana y generadores de centralidad y desde hace ya casi 4 décadas, esta forma parte de los criterios institucionales de planeación, organizados a través de normas específicas como referencia para su instrumentación

El equipamiento urbano por su parte es definido como "el conjunto de edificaciones y espacios, de uso predominantemente público, donde se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien en las que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas" (SEDESOL, 1995).

Sin embargo otras definiciones nos ofrecen una visión más robusta, que se separa de una concepción más técnica y que corresponde una visión más rígida.



Prueba de ello se puede apreciar a través de Franco (2011) que nos menciona que el equipamiento urbano debe de cumplir con una función social en base a cuatro criterios “1) no deben ser, obligatoriamente, generadores de recursos económicos, pues de esta forma pueden garantizar la cobertura, por igual, de necesidades básicas que algunos ciudadanos no estarían en capacidad de pagar; 2) deben ser concebidos como una propiedad colectiva, reconocida como tal por el Estado y las comunidades; 3) su distribución debe ser homogénea en el territorio, de tal manera que se conviertan en soportes complementarios de las nuevas centralidades y garanticen equidad, y 4) tienen que ser flexibles para cubrir rápidamente necesidades producto de momentos de crisis.”

Los anteriores aspectos, no siempre se presentan cuando hablamos de los equipamientos urbanos y espacio público.

De lo anterior se destacan algunas características del equipamiento urbano.

- Son para el desarrollo de actividades complementarias a las de habitación y trabajo.
- Es eminentemente público.
- Cumplen una función social
- Distribución homogénea en el territorio
- Deben de ser flexibles y garantizar equidad.

Por otro lado el espacio público cuenta definiciones que abordan aspectos muy prácticos como favorecer funciones e intercambios así como para enfatizarla estética de un lugar, como a continuación podemos identificar.

“El espacio público contribuirá más a la ciudadanía cuanto más polivalente sea funcionalmente y más se favorezca el intercambio. Es necesario conocer bien el uso social de los espacios públicos. Este uso dependerá de muchos factores. Queremos enfatizar la estética del espacio público; que como ya hemos dicho, el lujo del espacio público no es malversación, sino que es justicia social”. (Borja 2000)

Para el autor el espacio público contribuirá más mientras más valores y aplicaciones tenga que lo hagan funcionar para favorecer el intercambio y el uso social, que conlleva a una justicia social, y que a su vez permite redistribución e integración social. (Borja 2000).

Otra referencia importante acerca del espacio público que ofrece Jane Jacobs explica en relación a su funcionamiento lo siguiente “cada elemento de una ciudad - aceras, parques, barrios, gobierno, economía - funcionan de forma sinérgica, en la misma forma que el ecosistema natural.” (Jacobs 2000).

Por otro lado también refiere a la importancia de la calidad del espacio público el cual “se podrá evaluar sobre todo por la intensidad y la calidad de las relaciones sociales que facilita, por su capacidad de acoger y mezclar distintos grupos y comportamientos, y por su capacidad de estimular la identificación simbólica, la expresión y la integración cultural.”

Es importante considerar que tanto el equipamiento como el espacio público es reiteradamente colectivo por ellos la reflexión, ¿de quién es?, ¿Quién lo cuida? Lo anterior toma valor como Edmundo Pérez lo señala, “Se tiene el concepto de que la noción de lo público es lo que es de todos y por ende debería ser cuidado por todos, pero en realidad es lo contrario, “lo que es de todos, no es de nadie” y por lo tanto, nadie lo cuida.” (Pérez 2004)

Si bien tanto el equipamiento urbano como el espacio público son “dimensiones” que se comparten y se complementan debido a que por un lado el primero atiende a contar con espacios y edificaciones como complemento y para apoyar la realización de actividades de sus usuarios el espacio público lo complementa en el sentido que puede apoyar un mejor funcionamiento del ámbito urbano también apoya la intensificación de los mismos, además de ser un mecanismo que contribuye para lograr una mejor accesibilidad y conectividad, aspectos importante para ciudades con las condiciones de Tijuana.

### Método

El trabajo consiste en efectuar encuestas, visitas de campo e investigación documentada en las respectivas colonias para la identificación del equipamiento urbano así como del espacio público sin embargo la parte central del presente se centra en la realización de una entrevista a residentes de los conjuntos habitacionales con la finalidad de conocer cuál es la percepción de la relación equipamiento urbano y espacio público.

En cada uno de los conjuntos se realizaron 30 entrevistas con 16 preguntas de las cuales para se analizan en este documento solo siete. Siendo estas las siguientes:

- ¿Considera que el espacio público de su colonia es adecuado y se encuentra en buenas condiciones?
- ¿Cómo calificaría la calidad de la relación entre el espacio público y equipamiento urbano?
- ¿Cuál es el aspecto que es necesario mejorar en la relación del espacio público y equipamiento urbano?
- ¿Considera que la relación, espacio público y equipamiento urbano es importante para un mejor funcionamiento de su colonia?
- ¿Los vecinos se organizan para buscar la mejora del equipamiento urbano y el espacio público?

¿Considera que el espacio público puede ayudar a mejorar la accesibilidad a los equipamientos urbanos?  
¿Una buena relación entre espacio público y equipamiento urbano contribuye a una mayor habitabilidad en su colonia?

### Las colonias

Colonia Obrera 1ra sección, fundada en 1959.

Localizado al suroeste de la ciudad a una distancia del centro urbano 20 minutos

Viviendas 1738

Habitantes 5307

Grave deterioro en viviendas, falta de servicios, inseguridad, falta de empleo en la zona, limitada accesibilidad. Problemáticas sociales, delincuencia drogadicción.

Camino Verde fundada en 1984.

Localizado al sureste de la ciudad a una distancia del centro urbano 25 minutos

Viviendas 4704

Habitantes 1378

Deterioro en viviendas, en instalaciones, mal estado de alumbrado público inseguridad falta de empleo en la zona, deficiente servicio de transporte. Problemáticas sociales, delincuencia drogadicción, de accesibilidad complicada

Lomas Taurinas fundada en 1968.

Localizado al este de la ciudad 20 minutos del centro urbano.

Viviendas 1027

Habitantes 3329

Deterioro en viviendas, vandalismo, falta de servicios, transformación de vivienda a comercio. Inseguridad, falta de empleo en la zona, limitada accesibilidad. Problemáticas sociales, delincuencia drogadicción. Falta de servicios de salud.

Las tres colonias con condiciones similares en cuanto a la problemática y distancia con respecto a la zona urbana consolidada de la ciudad. Sin embargo Camino Verde cuenta con aspectos más agudos en cuanto a su traza urbana y accesibilidad en todos sus aspectos, deterioros y Obrera primera secc. con condiciones derivadas de su topografía y estreches de sus generando más vandalismo y la falta de alumbrado público.

A continuación se contrastan los resultados de la encuesta en cada conjunto, se identificaron comportamientos similares en la mayoría de las respuestas, el tema se comenta para ampliar la discusión.

¿Considera que el espacio público de su colonia es adecuado y se encuentra en buenas condiciones?

El 58 % de los residentes de la colonia Obrera, el 63% de los residentes de Camino Verde y 77% de los residentes de Lomas Taurinas consideraron que el espacio público de su colonia no es adecuado.

Esta percepción se explica ya que a pesar del deterioro que se manifiesta en las colonias, desde su construcción el proyecto elementos del espacio público, tal es el caso de los parques y áreas verdes que con el paso del tiempo inicia un deterioro o bien una falta de mantenimiento.

¿Cómo calificaría la calidad de la relación entre el espacio público y equipamiento urbano?

Para el 68 % de los residentes de la colonia Obrera califican la calidad de la relación de espacio público y equipamiento urbano entre regular y muy mala. En datos casi idénticos con los mismos rangos, Camino Verde y Lomas Taurinas obtiene el 82% y 83% respectivamente.

De lo anterior se identifica que la calidad entre el espacio público y el equipamiento es muy mala, a pesar de que como contar desde su construcción con estos elementos, donde se identifica que desde origen puede haber consideraciones no acertadas para que esta integración sea más intensa.

¿Cuál es el aspecto que es necesario mejorar en la relación del espacio público y equipamiento urbano?

Para los residentes de las tres colonias los aspectos a mejorar son Iluminación y Seguridad Vial.

Para la colonia obrera la prioridad de mejora es para Ambos aspectos 68% y 43% respectivamente, sin embargo los residentes de Camino Verde identifican a la seguridad vial con 72%, por otro lado los residentes de Lomas Taurinas se inclinan por la seguridad vial el 61%. La iluminación se explica por la asociación que existe con la delincuencia y el de seguridad vial asociados los riesgos en los largos trayectos para llegar o salir de estas colonias con calles muy estrechas.

¿Considera que la relación, espacio público y equipamiento urbano es importante para un mejor funcionamiento de su colonia?

Agrupando los rangos de Muy de acuerdo y de acuerdo, colonia Obrera alcanza 87 % Camino Verde obtiene el 90% y Lomas Taurina 75%.

Si se identifica como un elemento de mejora el fortalecer la relación espacio público equipamiento urbano, lo cual supone la implementación de programas de recuperación del espacio público, la creación de equipamiento urbano con consideraciones más flexibles con la problemática o de integración urbana comunitaria, situación que puede contrastar con las necesidades en otros puntos de la ciudad y por ello no considerase prioritario, debido que se supondría que por ser colonias fundadas hace mucho tiempo, estos ya estaría considerados.

¿Los vecinos se organizan para buscar la mejora del equipamiento urbano y el espacio público?

Para la colonia Obrera los residentes identifican que no se organizan son 81.25% y que el 18.75% si se organizan, Camino Verde de igual manera manifiesta que no se organiza pues el 72.73%, así lo identifica sin embargo aquí mismo manifiestan que el 27.27%.3 si lo hace, por otro lado Lomas Taurinas manifiesta que el 33.33 % si se organiza, sin embargo el 66.66% menciona que no se organizan.

Lo anterior en parte ayuda explicar el deterioro en los conjuntos pues con una comunidad sin capacidad de organizarse es difícil poder hacer gestiones, para la búsqueda de soluciones y realización de acciones.

¿Considera que el espacio público puede ayudar a mejorar la accesibilidad a los equipamientos urbanos?

El resultado de los residentes encuestados de la colonia Obrera considera el 93% de los residentes considera que el espacio público si puede ayudar la accesibilidad de los equipamientos urbanos que aporta, se identifica el 90% en la colonia Camino Verde y el 80% para Lomas Taurinas, lo que habla de un interés por resolver las problemáticas en su comunidad.

Existe un percepción muy determinante de los residentes en suponer que a través del espacio público se puede mejorar la accesibilidad al equipamiento urbano, esto puede apoyar la generación de proyectos comunitarios participativos tengan este propósito y con ellos también aportar a una mayor integración comunitaria.

¿Una buena relación entre espacio público y equipamiento urbano contribuye a una mayor habitabilidad en su colonia?

Para los residentes de las tres colonias manifiestan que una buena relación entre espacio público y equipamiento urbano si contribuye a una mejora en la habitabilidad ya que para la colonia Obrera 87.5% de los residentes indican que si, en Camino Verde el 81.18% de las personas expresaron que sí y en Lomas Taurinas el 93.33% expresaron que sí.



Figura 1. Circulación y accesibilidad limitada por invasión de espacio público de actividades comerciales, colonia Lomas Taurinas.



Figura 2. Canchas deportiva en sitio con topografía accidentada con complicada accesibilidad en Colonia Obrera



Figura 3. Equipamiento urbano comunitario, acciones que han propiciado un apercpección positiva en Colonia Camino Verde.

### Conclusiones.

Es clara que la percepción de los habitantes de las colonias aprecian que la relación espacio público y equipamiento urbana es una vía por la cual se puede acceder a una mayor habitabilidad en ellos, se constata que si bien las colonias analizadas son de una fundación de más de 30 años estos tienen grandes deficiencias desde su construcción hasta su integración comunitaria.

Se observa necesario que se pueda integrar programas especiales para el mejoramiento de estos conjuntos, que incidan en el aprovechamiento de lo ya construido para poder sacar provecho al recurso ya erogado. Articular el equipamiento urbano y espacio público pero de igual manera buscar otras articulaciones internas, por ejemplo aquellas que tiendan a considerar la posibilidad de generar actividades económicas en ellos, generar articulaciones de las colonias con su entorno inmediato que ayuden también a mejorar las condiciones en las zonas donde se ubica.

Así mismo es necesario ahondar en el tema con la finalidad de poder perfilar estrategias e instrumentos que faciliten la realización de acciones hacia el mejoramiento de la habitabilidad en estos conjuntos que por su magnitud y las políticas de años pasados es un fenómeno que repercute en una gran número de ciudades del país.

### REFERENCIAS

- El espacio público, ciudad y ciudadanía, Jordi Borja, Zaida Muxí, Barcelona, 2000  
Artículo "Arquitectura y Urbanismo, Antonio Echeverría, Vol XXXIII. Num 1. Abril, 2012. Cuba  
Secretaría de Desarrollo Social, disponible en: [http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Habitat\\_Transparencia](http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Habitat_Transparencia), consultado: 14 de agosto de 2011  
The Death and Life of Great American Cities, Jane Jacobs. Knopf Doubleday Publishing Group. 1989.  
Percepción del espacio público, Pérez H., Edmundo, Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 1, núm. 8, enero-diciembre, 2004, pp. 27-31, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

## Pobreza y migración como como contraparte del desarrollo turístico en el estado de Nayarit 1990-2015

Dr. Felipe Hernández-Guerrero<sup>1</sup>, Msc Víctor Manuel González-Bernal<sup>2</sup>, Msc María García-Ramírez<sup>3</sup> y Msc Jaime Humberto Del Real-Flores<sup>4</sup>

### Resumen

Desde los años 50's del siglo pasado, la actividad turística en México, ha evolucionado de una manera significativa, generando impactos socioeconómicos importantes, al grado de que el gobierno en sus diferentes niveles, ha llegado a considerarla uno de los factores en la restructuración económica del país y como una fuente importante de ingresos, divisas y empleos. El trabajo tiene como propósito, evaluar el impacto socio-económico del turismo en la zona sur del estado de Nayarit, a partir de los años 90's a la fecha y contrastar tal situación con la que prevalece en aquellas zonas o regiones que han sido olvidadas o marginalmente consideradas en las políticas económicas estatales. Se trabaja con el método mixto, apoyándose para ello en el método matemático y en el analítico sintético, recurriendo a su vez a la información proporcionada por las instancias oficiales como apoyo para el análisis comparativo. Los resultados indican que la migración, la pobreza y la concentración del ingreso, son fenómenos que se han agudizado en el estado de Nayarit, tanto en la zona sur como en la zona norte, pero con mayor intensidad en esta última.

Palabras Claves: Turismo, Pobreza, migración y crecimiento económico

### Introducción

La pobreza tiende a ser definida como la necesidad o carencia de lo necesario para vivir (RAE, Wordreference, y Thefreedictionary). En tanto que las causas de esta condición, expresan un carácter complejo, y que pueden ser de naturaleza, política, económica, estructural o social, destaca, además, la importancia que en esta condición tienen la imposibilidad de acceder a los recursos, al conocimiento, la desigualdad en la repartición de los mismos recursos, y que se agudiza a consecuencia de la forma en que se lleva a efecto la distribución de los ingresos y la riqueza (*N. Celdrán, S.F.*)

Por otro lado la Migración, es concebida como un fenómeno en el cual se manifiestan movimientos de personas hacia un lugar distinto al de su residencia original, con la finalidad de mejorar su nivel económico o su nivel de vida, y de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), es un fenómeno que se caracteriza principalmente por los movimientos de población necesitada de ingresos y con escasas o nulas oportunidades de empleo, que se da desde las economías pobres o en desarrollo, hacia economías desarrolladas. (ONU, 2006)

Además, es de señalarse que, producto de la situación de pobreza cada vez crítica a la que se enfrentan los migrantes en sus lugares de origen, el fenómeno de la emigración ha venido manifestando una tendencia a crecer de manera significativa, y aunque en algunos lugares también se da al mismo tiempo un proceso de inmigración, cuando se presenta la ausencia o escasez de trabajadores y/o empleados capacitados y competentes para el desarrollo de ciertas actividades productivas,

En ese mismo tenor de ideas, es de considerar que producto de los grandes flujos migratorios que se presentan año con año, y debido a que gran parte de los migrantes se quedan a residir en el país destino de migración, en ellos se genera otro tipo de problemas, como el acceso a la vivienda y otros servicios básicos, que son carencias que expresan la condición de pobreza de los migrantes y sus familias, pero que al salir de su país de origen si bien aumentan el índice migratorio reducen los índices de pobreza.

Este fenómeno migratorio, también se manifiesta de igual manera, al interior de los países, hecho que se expresa al darse movimientos poblacionales de regiones, estados o municipios, a consecuencia de que no presentan oportunidades de empleo, estudios, o de mejora económica para las familias, y muchos de los migrantes se quedan a residir en aquellos lugares en los cuales encontraron respuesta a sus necesidades y demandas de empleo o estudio provocando igualmente, problemas similares aunque no de la misma magnitud que los que se presentan en la migración internacional.

---

<sup>1</sup> Felipe Hernández Guerrero: Doctor en Ciencias de la educación, profesor-investigador de economía en la Universidad Autónoma de Nayarit: [lipeacuario@hotmail.com](mailto:lipeacuario@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Víctor Manuel González Bernal profesor-investigador de economía en la Universidad Autónoma de Nayarit: [vicgo9@hotmail.com](mailto:vicgo9@hotmail.com)

<sup>3</sup> María García Ramírez: Profesora investigadora en Ciencias Sociales y Humanidades en la Universidad Autónoma de Nayarit: [mgarciamirez62@gmail.com](mailto:mgarciamirez62@gmail.com)

<sup>4</sup> Jaime Humberto Del Real Flores Profesor-investigador en Ciencia Política Docente investigador de la Universidad Autónoma de Nayarit: [jdelreal@hotmail.com](mailto:jdelreal@hotmail.com)

Por otro lado, el turismo como objeto de estudio, ha sido abordado desde diferentes perspectivas, sea por académicos, investigadores, ambientalistas, empresarios, e inclusive por los gobiernos de diferentes países del mundo, ya sea para promover los recursos turísticos para su uso y explotación, para llevar a efecto inversión productiva, para el cuidado o uso sustentable de los recursos naturales, o para proponer políticas económicas en las que al turismo se le considera un factor determinante de gran relevancia para el crecimiento económico.

El turismo en México, desde las últimas décadas del siglo pasado ha venido manifestando un crecimiento por demás significativo, logrando adquirir, una marcada importancia en diferentes países del mundo, al grado de que después de habersele considerado como un “fenómeno coyuntural”, actualmente se le concibe como un “fenómeno estructural” de gran protagonismo en el ámbito de la economía internacional, por encima incluso de sectores tradicionales, como agricultura, minería, pesca y manufacturas (De la O. Barroso y Flores 2006; 8).

La relevancia conseguida por el turismo, ha quedado manifiesta: en la generación de empleos directos e indirectos; en la creciente demanda y derrama económica, que se expresa en el impacto significativo al Producto Interno Bruto; en su efecto multiplicador en la economía, al contribuir a la realización y crecimiento de inversiones en actividades económicas de diferentes sectores de la producción; en su fuerte atracción de inversiones de capital nacional e internacional; en su papel como importante fuente generadora de divisas en los países en los cuales se promueve y se desarrolla esta actividad, razón por lo cual se le considera como un factor importante en los saldos de la balanza de servicios.

### **Problemática**

A partir de los años noventa, el gobierno de Nayarit, ha orientado su política económica a promover e impulsar la actividad turística, esto, con la finalidad de lograr un mayor crecimiento y desarrollo económico del estado, sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, el turismo no ha sido un factor detonante en la economía Nayarit en su conjunto, menos aún, para el logro de una mejora en lo económico y social de la población nayarita.

El interés por el impulso del turismo, no justifica la desatención hacia los demás sectores productivos, menos aún del sector agropecuario que había sido el soporte de la economía Nayarita hasta antes de los años 90's, puesto que ello no solo no ha contribuido de manera significativa al crecimiento económico del estado, sino que además, no se han logrado los incrementos esperados en los niveles de empleo en el sector de la industria, ni en los del sector agropecuario los que se han visto mermados de manera significativa, provocando a su vez una significativa carencia de ingresos de la población, y el detrimento de las condiciones de vida de los campesinos, todo lo cual conlleva a la agudización de otro problema importante que impacta a la sociedad nayarita; como es el caso de la migración hacia el exterior del estado y del país, a lo que se suman los altos niveles de pobreza, en municipios y regiones que aun cuando, cuentan con recursos naturales para la subsistencia y la participación productiva, se les ha marginado o desatendido de manera sistemática.

### **Objetivo**

Evaluar el impacto socio-económico del turismo en la zona sur del estado de Nayarit, a partir de los años 90's a la fecha y contrastar tal situación con la que prevalece en aquellas zonas o regiones que han sido olvidadas o marginalmente consideradas en las políticas económicas estatales, a partir de lo cual se realizarán algunas recomendaciones para mejorar el desarrollo económico del estado.

### **Hipótesis**

El crecimiento significativo de la inversión privada, nacional y extranjera que se ha llevado a cabo en el sector turístico del estado de Nayarit, no ha mostrado los efectos esperados para la economía nayarita, y si bien, se ha manifestado un crecimiento económico significativo y un incremento en la oferta turística en la zona sur del estado, como contraparte, se ha dado un crecimiento de la pobreza y el fortalecimiento del fenómeno migratorio, tanto en las zonas que sirven de enclave a la inversión turística y reciben el impacto económico; como en aquellas zonas turísticas que no han sido atendidas de manera equitativa.

### **Metodología**

Se asume como base de la investigación, el método del marco lógico, el cual exige la realización de un diagnóstico situacional que permita describir, valorar y caracterizar la situación prevaleciente en el estado de Nayarit, así como identificar la problemática existente y los impactos de esta en la sociedad nayarita. De igual manera se recurre a los métodos: lógico histórico, hipotético-deductivo y a la estadística descriptiva e inferencial; apoyándose además en bibliografía e información y datos de organismos públicos oficiales, como es el caso del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Secretaría de Turismo (SECTUR), del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y del Banco de México (B de M), entre otros.

## Resultados

### *Turismo internacional en Nayarit*

Es en los años 70's cuando en el estado de Nayarit, la actividad turística se empieza a promover de manera estratégica como una alternativa viable para el logro del crecimiento económico, razón por lo cual, en el año de 1971 se lleva a cabo un proceso de expropiación de terrenos en la Bahía de Banderas, con la posterior cesión de los derechos y obligaciones al gobierno estatal, en noviembre de 1988; lo que va a permitir y facilitar la comercialización de tierras ejidales que a la postre serán vendidas a importantes capitales nacionales e internacionales para la conformación de grandes y modernos complejos turísticos.

Por otro lado, en el año de 1989, con la justificación de que El municipio de Compostela contaba con una amplia extensión territorial y con el argumento del crecimiento acelerado de la población, se divide mediante decreto oficial, para dar pie al surgimiento del actual municipio de Bahía de Banderas<sup>5</sup>, esto con la finalidad de promover y darle mayor fortaleza al desarrollo turístico de ambos municipios, pero con prioridad al de Bahía de Banderas, por su gran cercanía a Puerto Vallarta, lugar que cuenta con acceso para los turistas internacionales por vía aérea y marítima.

Atendiendo lo señalado en el Plan Estatal de Desarrollo 2012-2017, en la superficie estatal se tiene una línea costera con el Océano Pacífico, cuya longitud es de 296 kilómetros, y en ella se identifican dos zonas costeras, al realizar el proceso de regionalización del estado:

a) la región o Zona Costa Norte donde se ubican los municipios de San Blas, Santiago y Tecuala. concurren a las playas de este lugar turistas en su gran mayoría locales, nacionales y escasamente internacionales.

b) la región o Zona Costa Sur, región que ha sido beneficiada por importantes apoyos del Gobierno Estatal y Federal, así como por la cercanía con uno de los lugares turísticos de mayor demanda: Puerto Vallarta; concurren a las playas de esta zona, prioritariamente turismo internacional o nacional con altos ingresos, lo que ha influido de manera por demás significativa en el crecimiento del turismo internacional al estado de Nayarit, hecho que se puede observar en la tabla No.1 que nos muestra el crecimiento por demás significativo del turismo internacional en el estado Nayarit del año de 1990 al 2003.

Año	Total	Nacionales	% del total	Extranjeros	% del total
1990	923196	836124	90,57	87072	9,43
1991	969340	877920	90,57	91420	9,43
1992	1051598	950237	90,36	101361	9,64
1993	1139920	1030048	90,36	109872	9,64
1994	1183231	1069184	90,36	114047	9,64
1995	1348297	1113317	82,57	234980	17,43
1996	1245738	920399	73,88	325339	26,12
1997	1583008	1139766	72,00	443242	28,00
1999	1682070	1211090	72,00	470980	28,00
2000	1939245	1454434	75,00	484811	25,00
2001	2337280	1752960	75,00	584320	25,00
2002	2965370	2224027	75,00	741342	25,00
2003	3535739	2475017	70,00	1060722	30,00

Fuente: Anuarios Estadísticos de Nayarit. Agenda Económica de Nayarit 2005  
SEPLAN Gobierno del Estado de Nayarit. Pág. 53

## Población

<sup>5</sup> Decreto 7261

Respecto a la forma en que se distribuye la población estatal en estas dos regiones, cabe señalar que los dos municipios de la costa sur, concentraban para el año 2000, un total de 112,575 habitantes, y representan poco menos del 13.66% del territorio estatal, en tanto que para el año 2010, la población total de estos municipios manifestó un importante crecimiento, alcanzando la cifra de 177,662 habitantes, lo que representó el 16.3% de la población total del estado. (INEGI, 2000 y 2010)

Para el mismo año 2000, los tres municipios de la zona costa norte contaban con una población total de 179,978 que representaban el 19.60% del total de la población del estado, por cierto, cantidad mayor a la población de los dos municipios de la zona sur; para el año del 2010, la población descendió a 153,709 personas, por lo que su porcentaje de participación en el total estatal se redujo al 14.16%, fenómeno que obedece, entre otras cosas, a la migración que se da hacia el interior del estado o del país, ante la falta de empleo o realizar estudios profesionales, o hacia los Estados Unidos de Norteamérica, buscando lograr mejores opciones de empleo y de vida.

Por otro lado, y de acuerdo con el Plan Municipal de Bahía de Banderas (2000- 2005) el auge turístico de la costa sur, se ha soportado en las fuertes inversiones en la creciente infraestructura y edificación de hoteles, al grado que, en 2002, se expidieron licencias equivalentes a más de 600,000 metros cuadrados.

Producto de dichas inversiones, se puede observar el fuerte crecimiento que presenta Bahía de Banderas en la oferta hotelera en un periodo de 14 años, al pasar de 2,624 en el año de 1994 a la cantidad de 16,255 para el año de 2008 cifra que sobrepasa en cantidad los cuartos de hospedaje de los tres municipios de la costa norte (San Blas, Santiago y Tecuala), incluso la cantidad señalada es mayor, si la oferta hotelera de la región norte se suma al municipio de Compostela.

Una cuestión que han señalado los tres últimos gobiernos del estado y que se destaca en el Plan Estatal de Desarrollo, (2005-2011) es la gran polarización existente entre la zona costa sur y la zona costa norte, enfatizándose además, en que el crecimiento y desarrollo del turismo, no se da de manera homogénea, hecho que se manifiesta en una fuerte concentración de la afluencia turística en la región costa sur, la cual para el año 2004, ya acaparaba el 50% del total de los turistas, además de concentrar el 70% de la oferta turística integrada por habitaciones de alojamiento temporal.

### **La pobreza en Nayarit**

Los datos esgrimidos por CONEVAL, (2010) muestran que, en los últimos diez años, en el estado de Nayarit se presentó una evolución positiva de la pobreza en sus distintas dimensiones, al verse disminuido el porcentaje de la población que se ubica en cada una de ellas. Sin embargo, atendiendo el Coeficiente de Gini, medida que se utiliza para identificar los niveles de concentración del ingreso en las distintas entidades del País, para el caso del Estado de Nayarit este fue mayor, o dicho de otra manera, la distribución del ingreso es cada vez más desigual, y se puede observar que el estado de Nayarit con 0.465 en el año de 2010, se ubicaba entre los estados de mayor concentración de la riqueza en el país, siendo el Estado de Chiapas, el de mayor concentración con un Coeficiente de Gini de 0.515, seguido por los Estados de Oaxaca 0.503, Tabasco 0.500, Puebla 0.486, Querétaro 0.481, Guerrero 0.479, San Luis Potosí 0.478, Veracruz 0.477, Campeche 0.472, Hidalgo 0.471, y Nayarit 0.465.

Al analizar el comportamiento de la pobreza del estado de Nayarit para el año 2010, se encontró que, de acuerdo a los criterios para determinar la pobreza, se ubicaba en lugar 18; con 461,2 mil personas, lo que corresponde a un 41.4% de su población. Mientras que para el año 2012, se ubicó en el lugar 14; con 553,5 miles de personas, lo que corresponde al 47.6% del total de su población.

Por lo que respecta a la pobreza extrema, en el año 2010, Nayarit contaba con 92,7 mil personas lo que representaba el 8.3% de su población total, ubicándose así, en el lugar 17; en tanto que para el año 2012; Nayarit se ubicó en el lugar 8, con un total de 138,7 mil personas que representaban el 11.9% del total de su población. Por lo anterior, se puede observar, que al igual que la población en condición de pobreza, la población en condición de pobreza extrema se vio incrementada en los años considerados en el análisis.

De acuerdo con el informe de CONEVAL, se observa que, aun cuando el comportamiento de los porcentajes de la población en estas condiciones es similar para los años en observación, esto es, que crecen de 1990 al 2000 y se reducen del 2000 al 2010, es en los municipios de la costa norte donde se tienen mayores porcentajes de los distintos tipos de pobreza en relación con los municipios de la costa sur; sin embargo, los más altos porcentajes de pobreza se encuentran en la región serrana.

Aspecto relevante, es la pobreza relacionada con el patrimonio, donde Bahía de Banderas, Compostela y Tepic tienen los porcentajes más bajos, mientras que los municipios de la costa norte presentan porcentajes por arriba del 40% y la zona serrana, manifiesta porcentajes por arriba del 80%.

Al analizar la situación de concentración del ingreso o la distribución de la riqueza, atendiendo para ello, el coeficiente de Gini y los datos de CONEVAL, para el año de 1990 los municipios con mayor concentración del ingreso fueron Compostela, Santiago, Tecuala y San Blas, en ese orden, diez años después para el año 2000, los municipios con mayor concentración del ingreso fueron de nuevo Tecuala y San Blas, siguiéndoles en el orden,



Bahía de Banderas, finalmente en el año del 2010, los dos municipios de la zona costa sur, Bahía de Banderas y Compostela presentaron un mayor coeficiente de Gini, seguidos del Municipio de Tecuala.

Siguiendo los datos de CONEVAL, sobre la población con ingresos por debajo de la línea de bienestar mínimo, lo que implica que esta población no alcanza a cubrir sus necesidades de alimentación básica, ni destinando todo su ingreso familiar a la adquisición de sus alimentos, en los municipios de la zona norte, el porcentaje de la población en esta condición, es mayor que los porcentajes de la población con ingresos inferiores a la línea de bienestar mínimo de los municipios de la zona sur

#### **La migración en Nayarit**

El fenómeno migratorio en el estado, también ha manifestado una tendencia a crecer bastante marcada, pues de acuerdo con datos de INEGI, para el año 2000, la población emigrante hacia los Estados Unidos de América en términos de porcentaje fue del 2.7% (25,303 personas de un total de 920,185), y para el año 2005, se ubicó en el lugar 27 a nivel nacional, con 25,653 emigrantes de un total de 949,684 personas.

En el caso de la emigración, el fenómeno se da al cambiar el uso de suelo agrícola o ganadero y destinarlo a actividades turísticas, con lo cual los productores, jornaleros, y empleados en el sector primario, migran en la búsqueda de nuevas oportunidades de empleo e ingreso; mientras que en el caso de la inmigración, esta se da ante la ausencia en el estado, de mano de obra especializada para incorporarse a las actividades turísticas, ya que los residentes originarios del lugar migran o se dedican a otro tipo de actividades complementarias al turismo o a actividades informales, registrándose a su vez, la llegada de inmigrantes que ocupan los empleos que se ofertan por las nuevas empresas destinadas a las actividades turísticas.

Centrando el análisis en la migración que se da hacia fuera del país (principalmente a Estados Unidos), se tiene que para el año 2005, de acuerdo con el INEGI, el estado de Nayarit, arrojó una suma de 30,537 personas, de las cuales 15,944 emigran al interior del estado y el resto fuera del país. De los 30,537 que emigran al interior del país, 39% van a Jalisco, 18% a Baja California, 9% a Sinaloa, 6% a Sonora y 3% a Baja California Sur.

Por lo que respecta al fenómeno de la Inmigración en Nayarit, se tiene que esta para el año 2010, fue de 62,708 personas. Destacando que la inmigración mayor de 5 años por municipio objeto de estudio, Bahía de Banderas es el Municipio que ha recibido la mayor cantidad de inmigrantes.

#### **Conclusiones**

Se encontró que, para el caso de Nayarit, del año 2010 al 2012 tanto la pobreza, como la pobreza extrema se vieron incrementadas no solo en términos de porcentaje, sino también en valores absolutos. Lo mismo se observa, si se toma como punto de referencia la población con ingresos menores a la línea equivalente a la canasta básica, o a aquella población que obtiene ingresos por debajo de la línea de bienestar mínimo, que es la población que se identifica con la población en pobreza extrema.

De igual manera se observó el comportamiento creciente del fenómeno migratorio en las dos zonas en las cuales se desarrolla el turismo, y que producto de la desatención de la zona Norte, estos fenómenos al igual que la pobreza muestran comportamiento creciente más agudo, constatándose así la hipótesis que se plantea para el desarrollo del trabajo.

#### **Bibliografía.**

Celdrán, Anita(s/f). *Causas y supresión de la pobreza* <http://www.eurosur.org/futuro/fut47.htm> sesión pública del sudeste asiático. Filipinas

Boletín ONU No. 06/050 Se presenta en la ONU informe sobre migración y desarrollo. Naciones Unidas Centro de información para México, Cuba y República dominicana. 06 de junio de 2006.

<http://www.cinu.org.mx/prensa/comunicados/2006/06050kofimigraciondesarrollo.htm>

De la O Barroso G. María y Flores R. David. (2006). La competitividad internacional de los destinos turísticos: del enfoque macroeconómico al enfoque estratégico. Cuadernos turísticos No. 17 Universidad de Murcia Madrid España. pp. 7-24

Plan estatal de desarrollo 2005-2011. Gobierno del Estado de Nayarit.

Plan estatal de desarrollo 2012-2017. Gobierno del Estado de Nayarit.

Planes Municipales de Desarrollo de Bahía de Banderas. 2005-2008 y 2008-2011.

Decreto 7261 Dic.13 1989 PODE-0013- a4 *Decreto de expropiación; noviembre de 1970*

*Constitución del fideicomiso 29 de enero de 1971, cesión de derechos 16 de noviembre de 1988*

Agenda Económica de Nayarit 2004 y 2005. Gobierno del Estado de Nayarit. SEPLAN

Plan Nacional de desarrollo 2007-2012. Poder Ejecutivo Federal

#### **Páginas electrónicas:**

CONAPO <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/iniciales.htm>, enero29

ONU. [www.nacionesunidas.org.mx](http://www.nacionesunidas.org.mx).

SECTUR [www.sectur.org.mx](http://www.sectur.org.mx)

Banco de México [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)

Turismo [www.visitingmexico.com.mx](http://www.visitingmexico.com.mx)

INEGI [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

Turismo [www.hosteltur.com](http://www.hosteltur.com).