

# ESTUDIO DEL IMPACTO EN LAS OPERACIONES DE COMERCIO INTERNACIONAL EN EL PUERTO DE MANZANILLO, A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE PLATAFORMAS ELECTRÓNICAS (VENTANILLA UNICA DE COMERCIO EXTERIOR Y PUERTO SIN PAPELES)

**Acosta Miranda Lucy Jannet<sup>1</sup>, Vázquez Zamudio Miriam Roxana<sup>2</sup>,  
Martínez Moctezuma Oscar Javier<sup>3</sup> Jonguitud Islas Karla Karina<sup>4</sup>**

**Palabras claves:** Facilitación comercial, innovación, simplificación aduanera, plataformas electrónicas.

## RESUMEN

El uso de nuevas tecnologías propicia cambios importantes en nuestra sociedad, facilitando la recolección, procesamiento y almacenamiento de datos; esto ha marcado un modelo en materia de comercio internacional, forzando a cambiar las formas y mecanismos más tradicionales en el desarrollo de esta actividad.

El puerto de Manzanillo en la última década se ha convertido en el más eficiente del pacífico mexicano, consecuentemente, se vuelve importante el dar facilitación comercial, fomento a la innovación y simplificación aduanera por medio de la implementación de la Ventanilla Única de Comercio Exterior Mexicano (VUCEM) y el Puerto Sin Papeles®

En este sentido, la presente investigación busca analizar el impacto del uso de las plataformas electrónicas, así como los beneficios y principales problemáticas a las que los actores de comercio se enfrentan con la implementación y uso de las mismas.

## INTRODUCCIÓN

El puerto de Manzanillo en los últimos años ha evolucionado convirtiéndose actualmente en el más eficiente del Pacífico Mexicano, por él se mueven crecientes flujos de mercancías de varias cadenas productivas, por lo que es necesario mejorar la operación para despachar los ascendentes volúmenes de carga; para apoyar dicho ejercicio, se vuelve importante la facilitación comercial, el fomento a la innovación y la simplificación aduanera.

La Aduana y las Autoridades Comerciales, se encuentran encaminando esfuerzos para hacer que el proceso del despacho aduanero y todos los pasos que este conlleva sean simples y lo más útiles posibles. Es por ello que se han puesto en marcha las plataformas electrónicas como la Ventanilla Única de Comercio Exterior Mexicana la cual es una herramienta que permite el envío de la información electrónica, una sola vez ante una única entidad, para cumplir con todos los requerimientos del comercio exterior; otra de las plataformas electrónicas empleadas en México es el Puerto Sin papeles® mismo que permite el intercambio de información diariamente entre los diferentes actores de comercio exterior que intervienen en los procesos portuarios.

Durante el presente trabajo, se analizarán diversos temas agrupados en cuatro partes, esto con el objetivo de facilitar conclusiones y objetivos del tema que se quiere dar a conocer.

---

<sup>1</sup> **Acosta Miranda Lucy Jannet.**- Maestra en Administración por la Universidad de Colima, Directora de la carrera TSU en Operaciones Comerciales Internacionales y PTC de la Universidad Tecnológica de Manzanillo. Responsable del Cuerpo Académico Estudio de Tecnologías Logísticas. [lacosta@utmanzanillo.edu.mx](mailto:lacosta@utmanzanillo.edu.mx)

<sup>2</sup> **Vázquez Zamudio Miriam Roxana.**- Doctora en Ciencias por la Universidad Santander, Maestra en ciencias por la Universidad de Colima, Directora de la carrera TSU en Contaduría y docente de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, Integrante del cuerpo académico Estudio de Tecnologías Logísticas. [mvazquez@utmanzanillo.edu.mx](mailto:mvazquez@utmanzanillo.edu.mx)

<sup>3</sup> **Oscar Javier Martínez Moctezuma.**- Licenciado en Comercio Internacional por el Universidad Autónoma de Guadalajara, Director de la carrera Ingeniería en Logística Comercial Global y docente de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, integrante del cuerpo académico Estudio de Tecnologías Logísticas. [Oscar\\_m.moctezuma@utmanzanillo.edu.mx](mailto:Oscar_m.moctezuma@utmanzanillo.edu.mx)

<sup>4</sup> **Jonguitud Islas Karla Karina.**- Maestra en Administración por la Universidad de Colima, PTC de la carrera Operaciones Comerciales Internacionales en la Universidad Tecnológica de Manzanillo. [karla-jonguitud@utem.edu.mx](mailto:karla-jonguitud@utem.edu.mx)

## DESCRIPCIÓN DEL METODO

El presente proyecto se realizó mediante investigación comparativa, debido a que para el análisis se consideraron las plataformas electrónicas VUCEM y PSP®, comúnmente utilizadas por las empresas establecidas en el puerto de Manzanillo en el rubro de asesoría y servicios de comercio internacional registradas en el SAT.

Los objetivos que se plantearon para el desarrollo de la presente investigación fueron:

1. Realizar un análisis comparativo del tiempo promedio que una mercancía permanece en el puerto de Manzanillo
2. Determinar los principales problemas a los cuales se han enfrentado los usuarios de comercio internacional del puerto de Manzanillo, en la utilización de las plataformas electrónicas -Ventanilla Única de Comercio Exterior y Puerto Sin Papeles.
3. Aportar propuesta de mejoras a las plataformas electrónicas -Ventanilla Única de Comercio Exterior y Puerto Sin Papeles.
4. Dar a conocer dichas propuestas a las autoridades competentes, para mejorar el comercio internacional del puerto de Manzanillo.
5. Generar conocimiento que pueda ser utilizado en la elaboración de artículos de revistas indexadas especializadas y la participación en congresos nacionales e internacionales.

Y con ellos se pretende determinar los problemas a los cuales se han enfrentado los usuarios de dichas plataformas electrónicas. Por lo tanto, se realizará un muestreo al azar simple donde todos los elementos de nuestra población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

La primera variable y la más importante son los días del despacho de mercancías, del tipo nominal, que con esta variable se pretende comparar la variación en los tiempos del despacho de mercancías antes y después de la implementación de las plataformas electrónicas.

Otra variable es el porcentaje de uso de las plataformas electrónicas VUCEM y PSP®, del tipo nominal, que aportará el conocimiento y uso correcto de las mismas, reflejando su influencia en la eficiencia de las empresas.

### ***POBLACIÓN.***

Como ya se ha mencionado, las plataformas electrónicas VUCEM y PSP® son utilizadas por actores portuarios muy diversos que se denominan empresas de asesoría y servicios de comercio internacional según el Servicio de Administración Tributaria. El tipo de actividades que realizan van desde maniobras de carga y descarga de mercancías, almacenaje, transporte hasta la importación y exportación de las mercancías.

Para definir la población se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Empresas asociadas a la Asociación de Agentes Aduanales del puerto de Manzanillo (AAPUMAC).
- Empresas asociadas a la Asociación Mexicana de Agentes Navieros, AC. (AMANAC)
- Registradas en el SAT, como empresas de asesoría y servicios de comercio internacional.

Los parámetros elegidos pretenden focalizar empresas que utilizan dichas plataformas, y a su vez, obtener información veraz que refleje el impacto de las plataformas electrónicas VUCEM y PSP®.

### ***MUESTRA.***

La selección de la muestra se definió respecto a la ubicación geográfica en la que se incluyó únicamente empresas que se encuentran establecidas en un radio menor a los 2 km del puerto de Manzanillo.

Para el desarrollo de este proyecto también es necesario conocer la logística de las empresas del rubro. Por lo que se tiene que conocer el número de operaciones de comercio internacional, su número de empleados y su ubicación geográfica dentro del puerto de Manzanillo. Con ello es posible identificar las variaciones para catalogarlas como pequeñas, medianas y grandes empresas.

## COMENTARIOS FINALES

### RESUMEN DE RESULTADOS

Se aplicaron durante el primer semestre del 2014 las encuestas que contienen las variables que incluyen las principales problemáticas determinadas en el análisis cuantitativo, lo que permitirá identificar las posibles soluciones a dichas problemáticas, tanto para la plataforma electrónica Ventanilla Única de Comercio Exterior como para la plataforma electrónica Puerto Sin Papeles. También, se podrá determinar si esta implementación generó a la comunidad importadora y exportadora mayores beneficios o mayores costos, lo que impactaría directamente en el costo logístico de las operaciones de comercio exterior del país.

Uno de los principales objetivos de estudio es determinar si se está cumpliendo con la misión del decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) por parte del entonces presidente Lic. Felipe Calderón Hinojosa, el cual era la reducción de tiempos de despacho y facilitación de las operaciones para todos los actores de comercio exterior (dependencias, usuarios y contribuyentes). A la luz de éste argumento, se le preguntó al personal de las agencias aduanales cuántos días les llevaba realizar un despacho aduanero previo a la implementación de la plataforma electrónica Ventanilla Única de Comercio Exterior, las respuestas se encuentran en la Figura 1.

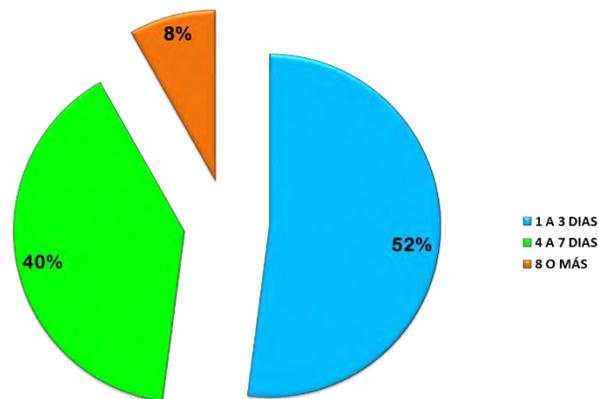
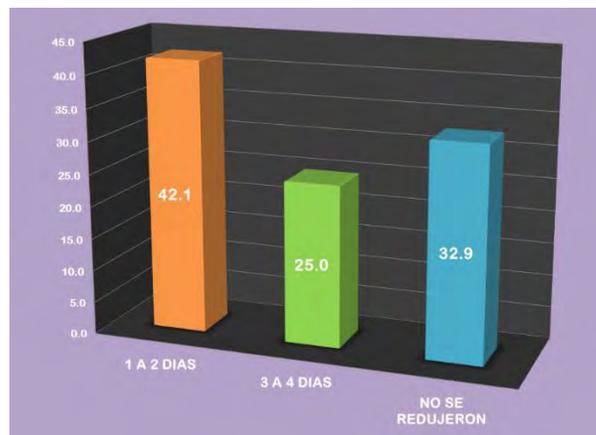


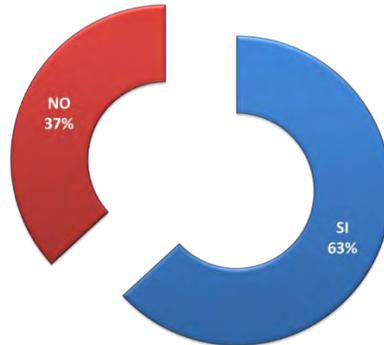
Figura no. 1 Días de despacho previo a la implementación de VUCEM.

Con la finalidad de determinar diferencia de días de despacho previo a la implementación de la Ventanilla Única de Comercio Exterior Mexicana y su posterior implementación, se les solicitó a los encuestados que informaran los días de despacho posterior a su puesta en marcha. En la Figura 2 se muestran las respuestas de las agencias aduanales del puerto de Manzanillo.



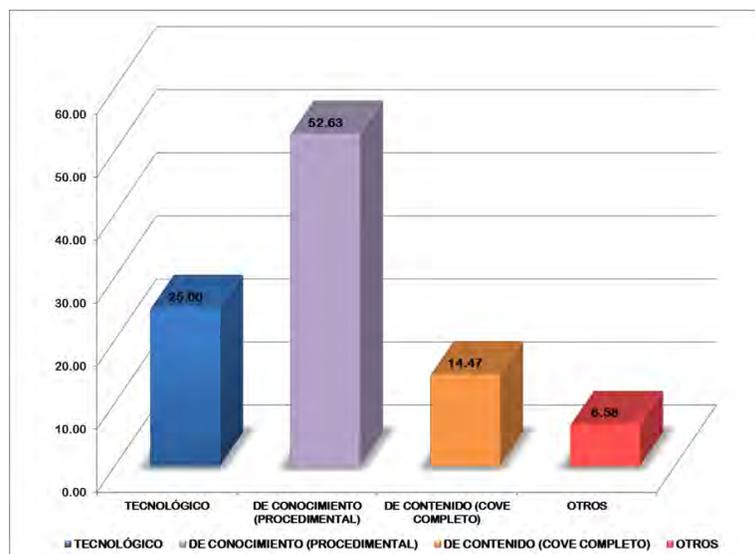
**Figura 2. Días de despacho posterior al uso de VUCEM**

Por otro lado, además, se les pregunto si consideran que el uso de Ventanilla Única de Comercio Exterior mexicana, redujo los tiempos de despacho aduanero. El 63% de los encuestados comentó que sí se redujeron los tiempos de despacho y el 37% contestaron que no se redujeron. Los resultados se muestran en la Figura 3.



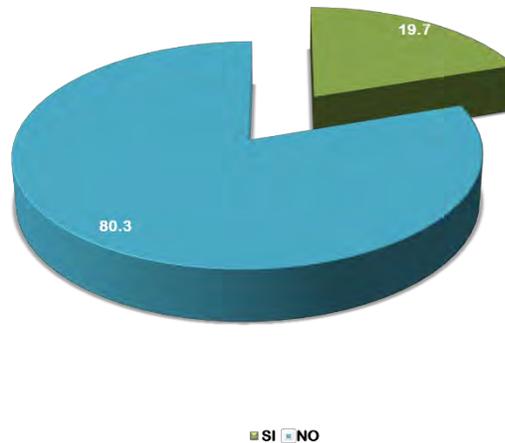
**Figura 3. Reducción de tiempos de despacho con el uso de VUCEM.**

En todo cambio e implementación de un nuevo sistema o manejo de las operaciones de comercio exterior siempre se presentan inconvenientes o problemáticas. Es por ello que se les cuestionó a las agencias aduanales cuáles fueron los principales problemas a los que se enfrentaron al momento de implementar la plataforma electrónica Ventanilla Única de Comercio Exterior mexicana, El 52.63% de los encuestados respondió que el principal problema a la que se enfrentaron fue el de conocimiento del funcionamiento de la plataforma electrónica. Ya que a pesar de la capacitación que la autoridad aduanera y la Secretaría de Economía estuvieron impartiendo en diferentes aduanas, al momento de operar la herramienta, surgieron muchas dudas de captura y selección de opciones en el sistema. Los resultados se muestran en la Figura 4.



**Figura 4. Principales problemas al implementar VUCEM.**

Otra de las preguntas fue si la totalidad de los importadores y exportadores capturaban sus COVES y ADENDAS (nombre que se le da a un COVE una vez que se rectificó algún campo), Figura 5. Se observa que en el 80.3% de las agencias aduanales sus clientes capturan sus COVES y ADENDAS mientras que 19.7% restante indicó que los clientes no capturan los COVES y ADENDAS.



**Figura no. 5 Importadores y exportadores capturan sus COVES y ADENDAS.**

Por último se les pregunto a los encuestados que indicaran cuáles serían las mejoras que consideran deben hacerse para el correcto funcionamiento a la plataforma electrónica Ventanilla Única de Comercio Exterior Mexicana, Figura 6.

El 43.4% de las empresa encuestadas respondieron que ellos mejorarían el tiempo de respuesta del sistema, ya que insisten que hay muchas intermitencias en la plataforma lo que genera retrasos en el trabajo sobre todo en horas pico debido a que el sistema se satura e impide que, a nivel nacional, se puedan realizar operaciones a través de ella.



**Figura no. 6 Mejoras a la plataforma electrónica VUCEM.**

### ***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.***

En este estudio se ha realizado el análisis del tiempo promedio que una mercancía permanece en el puerto de Manzanillo con la incorporación de las plataformas electrónicas – Ventanilla Única de Comercio Exterior y Puerto Sin Papeles.

Se han determinado los principales problemas a los que se han enfrentado los usuarios de comercio internacional del puerto de Manzanillo al utilizar dichas plataformas electrónicas.

Según el análisis de resultados, estos muestran que con la incorporación de las plataformas electrónicas ha permitido disminuir el tiempo que las mercancías permanecen en el puerto de Manzanillo en 2 días. Lo que demuestra la utilidad del conocer, saber y manejar éste tipo de herramientas informáticas.

De hecho, una de las principales problemáticas a la que se enfrentan los usuarios del comercio internacional es la falta de conocimientos técnicos y de informática para el uso correcto de las plataformas. En este aspecto, sería fundamental la creación e impartición de cursos y talleres de actualización tanto de aspectos informáticos como del uso de estas plataformas dirigidos específicamente a los usuarios de comercio internacional.

Por otro lado, también cabe la posibilidad de crear una empresa de consultoría de bajo coste especializada en la generación de las COVES y ADENDAS.

Queda por tanto demostrada la importancia de este estudio y la necesidad de continuar con esta línea de investigación. Se sugiere dar continuidad para profundizar en las problemáticas y dar solución para optimizar el uso de estas plataformas, disminuyendo los tiempos en los que la mercancía permanece en el puerto de Manzanillo.

## REFERENCIAS

CALDERON HINOJOSA, F. D. (2011). Decreto por el que se establece la Ventanilla Digital Mexicana de Comercio Exterior. México: Diario Oficial.

CONGRESO DE LA UNION, C. D. (2014). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México: Diario Oficial de la Federación.

CONGRESO DE LA UNION, C. D. (2014). Ley de Puertos. México: Diario Oficial de la Federación.

HINOJOSA, F. C. (31 de MARZO de 2008). DECRETO POR EL QUE SE OTORGAN FACILIDADES ADMINISTRATIVAS EN MATERIA ADUANERA Y DE COMERCIO EXTERIOR. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, pág. N/A.

REPÚBLICA, P. D. (13 de ENERO de 2011). DECRETO POR EL QUE SE ESTABLECE LA VENTANILLA DIGITAL MEXICANA DE COMERCIO EXTERIOR. MEXICO, DF, MEXICO.

## NOTAS BIOGRÁFICAS

**Acosta Miranda Lucy Jannet (AUTOR CORRESPONSAL).**- Licenciada en Comercio exterior y Maestra en Administración por la Universidad de Colima, Directora de la carrera TSU en Operaciones Comerciales Internacionales y PTC de la Universidad Tecnológica de Manzanillo. Responsable del Cuerpo Académico Estudio de Tecnologías Logísticas.

**Vázquez Zamudio Miriam Roxana.**- Doctora en Educación por la Universidad Santander, Maestra en Ciencias Administrativas por la Universidad de Colima, autor de 3 libros y 3 artículos, Directora de la carrera TSU en Contaduría y PTC de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, Integrante del cuerpo académico Estudio de Tecnologías Logísticas.

**Oscar Javier Martínez Moctezuma.**- Licenciado en Comercio Internacional por la Universidad Autónoma de Guadalajara, Director de la carrera Ingeniería en Logística Comercial Global y PTC de la Universidad Tecnológica de Manzanillo, integrante del cuerpo académico Estudio de Tecnologías Logísticas.

**Jonguitud Islas Karla Karina.**- Maestra en Administración por la Universidad de Colima, PTC de la carrera Operaciones Comerciales Internacionales en la Universidad Tecnológica de Manzanillo.

## Determinación de los Factores para Moldear Sensor del AUDI®

Ing. Efrén Agüero Santoyo<sup>1</sup>, Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina<sup>2</sup>, MC. Manuel Rodríguez Morachis<sup>3</sup>, Ing. Rafael Zapata Martínez<sup>4</sup>

**Resumen**—El artículo expone un estudio realizado la empresa Continental® sobre el moldeo por inyección de una pieza automotriz, para definir en qué niveles de los factores se maximiza su resistencia a la presión. Se realizó un diseño de experimentos (DOE, por sus siglas en inglés, *Design Of Experiment*) factorial completo de 4 factores con dos niveles para cada uno, los factores involucrados fueron temperatura, presión, velocidad de flujo y relación de enfriamiento. Las variables en este caso son características de la resina durante su entrada a la cavidad del molde. Se tienen conclusiones parciales, reducir la temperatura y el tiempo de enfriamiento de la resina mejoraron los resultados de la prueba de resistencia a la presión y propiedades mecánicas de la pieza. El realizar pre-corridas experimentales en la definición de los niveles de prueba fue clave para obtener buenos datos por el DOE.

**Palabras claves**—Diseño de experimentos (DOE), moldeo por inyección, diseño factorial completo 2<sup>k</sup>.

**Abstract**—This paper introduces a study on the company Continental® by injection molding for an automotive part, to define wich levels of each factor maximizes resistance to pressure. It was developed a design of experiment (DOE) full factorial for 4 factors with 2 levels by each one, the factors involved were temperatura, pressure, flow rate and cooling rate. The variables in this case are features's resin during its entry into the mold cavity. Conclutions are partial, to reduce temperature and cooling time of resin improves the results of test by pressure's resistance and properties of part. To do pre-experimental runs were key during of definition of test levels to getting good data by DOE.

**Key words**—Design of experiments (DOE), injection molding, full factorial design 2<sup>k</sup>.

### Introducción

La industria automotriz es reconocida como un cimiento primordial en la economía de muchos países, debido a la generación de empleos, tecnología, desarrollo de personal y un amplio comercio internacional. En México el potencial es tal que ocupa el segundo sector económico más importante del país, además de que significa el elemento primordial de la modernización y estrategias de globalización del mismo. El desarrollo de las empresas está ligado fuertemente con el tema de la calidad, además de ciertos criterios y características que dependen mucho del producto o servicio que se elabora.

En una empresa automotriz se elabora un sensor llamado de combustible flexible (*Flex Fuel Sensor*) los cuales tienen presencia en mayor cantidad en el país de Brasil, y secundariamente en Estados Unidos. La aplicación del sensor está dirigida a vehículos híbridos que son capaces de funcionar mediante etanol, gasolina o gasohol (mezcla de ambos) en cualquier proporción. El sensor flexible mide los niveles de etanol y gasolina en la mezcla para enviar esa información a sensores electrónicos en la cámara de combustión los cuales dosifican la inyección adecuada de combustible para obtener un rendimiento óptimo.

La caja protectora del sensor es elaborada mediante moldeo por inyección en colada caliente, el plástico que se utiliza es una poliamida de alto rendimiento que contiene 35% de fibra de vidrio reforzado, templado y lubricado, resistente a la hidrólisis. El moldeo por inyección de plásticos consiste básicamente en inyectar una resina fundida en un molde el cuál se encuentra con un grado de temperatura menor al punto de fusión del polímero. La parte principal de este tipo de máquinas es la unidad de inyección, es allí donde se encuentran aproximadamente el 80% de los factores que controlan las características del plástico. El moldeo por inyección tiene más de 140 años en la industria, y a lo largo del tiempo se han ido adaptando conceptos como el de “moldeo científico” que consiste básicamente en la aplicación de DOE's para observar y entender el comportamiento del plástico en el proceso.

El DOE ha evolucionado al punto de ser reconocido como una herramienta estadística esencial para el diseño y la mejora de la calidad de productos o servicios. De acuerdo con Kleppmann (2014), algo que tienen en común la gran variedad de diseños experimentales es que cada uno de ellos son los más eficientes para un propósito en particular,

<sup>1</sup> Ing. Efrén Agüero Santoyo es Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Cd. Juárez, Chih. [agueroe@hotmail.com](mailto:agueroe@hotmail.com) (Autor Corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina es Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Cd. Juárez, Chih.

<sup>3</sup> El MC. Manuel Rodríguez Morachis es Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Cd. Juárez, Chih.

<sup>4</sup> El Ing. Rafael Zapata Martínez es Ingeniero Especialista de Moldeo en la Maquiladora Continental®, Cd. Juárez, Chih.

independientemente si pertenecen al enfoque Taguchi, clásico o de Shainin. El DOE puede ser interpretado como una metodología sistemática para aplicar la estadística a una experimentación de algún proceso, la cual consiste en realizar corridas donde se realizan cambios a las variables de un proceso con la intención de observar e identificar efectos en la respuesta elegida para medir. El ANOVA (por sus siglas en inglés, *Analysis Of Variance*) es la herramienta fundamental mediante la cual el DOE analiza los datos, se explica más adelante a detalle.

### Descripción del Método

#### *Definición del problema*

Durante el moldeo de la caja protectora del sensor se sospecha existe una degradación en la resina, se trabaja en una máquina con un molde para prototipos (el cual tiene la versatilidad de trabajar en proceso de colada caliente o en colada fría). Al llegar a la siguiente estación a la pieza se le adhiere una tapa protectora mediante proceso de soldadura por láser donde nuevamente tiene una exposición a altas temperaturas. Una vez terminada la pieza se someten muestras a una prueba destructiva llamada prueba de ruptura (*Burst Test*), la cual mide resistencia a la presión y sirve para garantizar el sellado hermético del sensor.

La prueba de ruptura está detectando la presencia de fugas en el sensor de combustible flexible, el valor mínimo permitido que debe soportar es de 65psi, más sin embargo los defectos se presentan ocasionalmente y están fuertemente relacionados a las variaciones del tiempo de ciclo del proceso y/o al tiempo de residencia de la resina dentro del barril. Es necesario reducir el nivel de degradación de la resina durante el formado de la caja protectora y mejorar la resistencia a la presión para lograr un sellado hermético entre ambas cubiertas protectoras y cumplir de acuerdo a los criterios de calidad establecidos por el cliente.

#### *Planteamiento de hipótesis*

##### Caso 1

Se propuso cambiar el proceso de colada caliente a un proceso de colada fría para poder reducir la temperatura y el tiempo de ciclo. Por lo tanto se plantearon las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: No existe efecto significativo de la temperatura en la prueba de ruptura. Es decir medias iguales.

H<sub>a</sub>: Si existe efecto significativo de la temperatura en la prueba de ruptura. Es decir medias diferentes.

##### Caso 2

Se propuso la elaboración de un diseño factorial para definir los factores y niveles adecuados para el moldeo del sensor, Por lo tanto se plantearon las siguientes hipótesis de acuerdo a la selección de los factores para ser estudiados:

H<sub>0P</sub>: No existe efecto significativo de la presión del plástico en la prueba de ruptura.

H<sub>1P</sub>: Si existe efecto significativo de la presión del plástico en la prueba de ruptura.

H<sub>0te</sub>: No existe efecto significativo del tiempo de enfriamiento en la prueba de ruptura.

H<sub>1te</sub>: Si existe efecto significativo del tiempo de enfriamiento en la prueba de ruptura.

H<sub>0v</sub>: No existe significativo del tiempo de llenado en la prueba de ruptura.

H<sub>1v</sub>: Si existe significativo del tiempo de llenado en la prueba de ruptura.

#### *Moldeo Científico*

Afirma Doyle (2010), que la base para moldeo científico es entender el proceso desde el punto de vista del plástico. Las variables primarias del plástico son temperatura, presión, relación de enfriamiento y velocidad de flujo, todas las variables restantes del equipo son secundarias a las variables del plástico. Rangarajan (2010) dice que la temperatura plástica se determina mediante la combinación de la temperatura del barril, velocidad del tornillo, contrapresión, diseño del tornillo, diseño de la válvula antiretorno y tiempo de residencia. La presión plástica se refiere a la cantidad de compresión ejercida por el plástico dentro de la cavidad del molde, la mejor manera de medirla es mediante transductores de presión dentro la cavidad del molde. Los aspectos controlan esta presión son la presión de empaque, tiempo de empaque, y tiempo de sostenimiento.

La relación del flujo del plástico se refiere al tiempo transcurrido desde el inicio de la inyección hasta la transferencia de empaque, el tiempo de llenado en combinación del volumen del disparo entrega un caudal. El caudal determina la viscosidad del plástico, y afecta el acomodo de las fibras moleculares. La relación/tiempo de enfriamiento plástico afectan principalmente las dimensiones finales de la pieza, la apariencia y el tiempo de ciclo del proceso.

La mayor cantidad posible de calor de la resina fundida debe ser transferida hacia la cavidad del molde, donde se disipa debido a la convección forzada ejercida por los canales de enfriamiento del molde. Para lograr una

transferencia óptima de calor se debe tener un flujo turbulento en las tuberías de enfriamiento. Se puede realizar una comparación de la temperatura de entrada contra la temperatura de salida del intercambiador de calor para evaluar su rendimiento, una diferencia mayor a 40 F es indeseable e indica una pobre relación de calor removido.

Según Bozzelli (2012), antes de realizar un experimento es necesario primero realizar pre-corridas experimentales en la definición de los niveles de los factores a utilizar. Se puede comenzar de los niveles que se encuentran en la actualidad establecidos para partir de allí bajar o subir el nivel del factor elegido con tamaños de paso preferentemente definidos por alguien con experiencia en el proceso, se debe hacer esto hasta observar la presencia de algún defecto y definir un poco antes el nivel alto o bajo permitido para enseguida cambiar la dirección del nivel para realizar el mismo procedimiento.

### DOE Factorial $2^k$

Por diseño factorial se entiende que en cada ensayo o réplica completa del experimento se investigan todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores (Montgomery, 2013). El objetivo principal es determinar si existe efecto de los factores en la respuesta y caracterizar dicho efecto. Los más básicos son el diseño factorial 22 y 23 con seis y ocho corridas respectivamente. El superíndice representa el número de factores (k) y la base es el número de niveles de los factores.

En un análisis de varianza, se divide la variación total de las mediciones de respuesta en partes que pueden ser atribuidas a varios factores de interés para el experimentador. Si el experimento ha sido debidamente diseñado, estas partes pueden usarse entonces para contestar preguntas acerca de los efectos de los diversos factores en la respuesta de interés (Mendenhall et. al. 2002). Según Garza (2013), lo primero que se debe de realizar es verificar que los datos obtenidos se comporten como normales, esta herramienta puede estimar en qué proporción cuales variables son significativas dentro del experimento e identificar las que no lo son. Una vez que se confirma la normalidad de la respuesta se analizan los valores *P* de cada factor, si el valor *P* es menor a 0.05 (nivel de confianza al 95%), entonces los datos son significativos y se rechaza la hipótesis nula. Se recomienda quitar los factores que tuvieron valor mayor a 0.1 y volver a realizar el análisis del modelo, también el ANOVA analiza el comportamiento de las interacciones donde es importante tomar en cuenta que si un factor no resulta significativo pero su interacción lo es, el factor debe permanecer dentro del modelo, en caso de que la interacción resulte no significativa esta se puede omitir.

### Experimentación

Para el caso 1 se midió la temperatura óptima de fusión (OMT, por sus siglas en inglés, *Optimal Melt Temperature*) para definir los niveles alto y bajo, inyectando el material fundido en una hoja de bajo coeficiente de transferencia de calor donde se colocó un termopar de sonda precalentado y conectado a un termómetro de uso industrial. Enseguida se realizó un ANOVA entre dos muestras de 10 piezas cada una, se procesaron a distintas temperaturas. La temperatura del nivel alto fue a la que actualmente se trabaja el plástico (680 F) en la máquina de colada caliente, la temperatura del nivel bajo fue de 615 F y se procesó en un molde de colada fría para poder alcanzar dicha temperatura.

La tabla de los resultados de la prueba de ruptura se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Orden de Corridas para las Piezas

Orden de Corrida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prueba Ruptura	118.5	76.8	94.1	119	106.6	99.5	110.2	108.9	102.5	114	120.5	92.8	104.6	99.3	109	97.8	114.9	98	93.5	105.4
OMT (°F)	615	680	680	615	615	680	680	615	680	615	615	680	615	680	615	680	615	680	680	615

Para continuar con el ANOVA se realizó primeramente una prueba de normalidad para verificar el comportamiento de la respuesta, en este caso el valor *P* debe ser mayor a 0.05 para poder decir que los datos se comportan de manera normal con un nivel de confianza del 95%. Es fácil observar que los datos son normales debido a que siguen la trayectoria de la línea recta como se muestra en el gráfico de la figura 1.

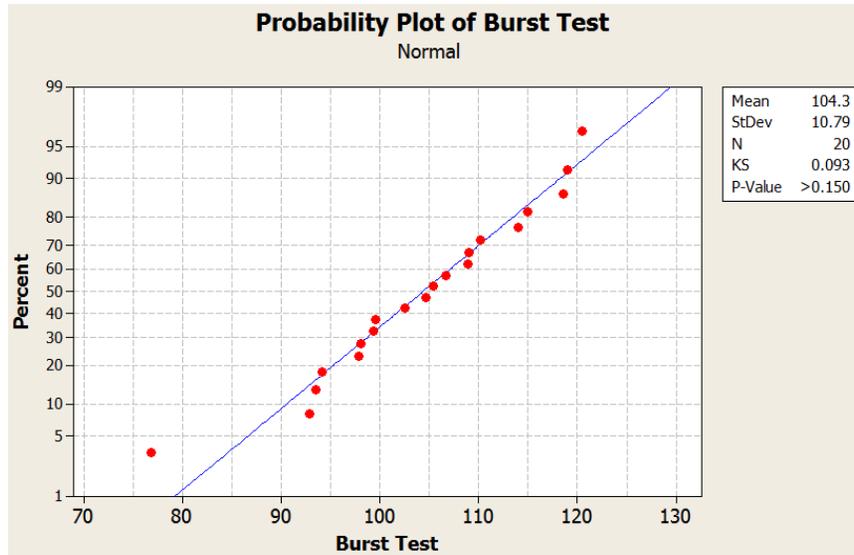


Fig. 1 Gráfico de Normalidad de la Respuesta.

Para el caso 2 se midió el OMT de la misma forma que en el caso 1, para medir la presión plástica debido a que no se pudo contar con la disponibilidad de un transductor de presión dentro de la cavidad del molde se manejó en referencia a la presión de sostenimiento. Se realizó una pre-corrida experimental para definir los niveles alto y bajo de presión, en la figura 2 se muestra el análisis para la definición de los niveles. El gráfico muestra como al variar el tiempo y presión de sostenimiento el peso de la pieza se ve afectado.

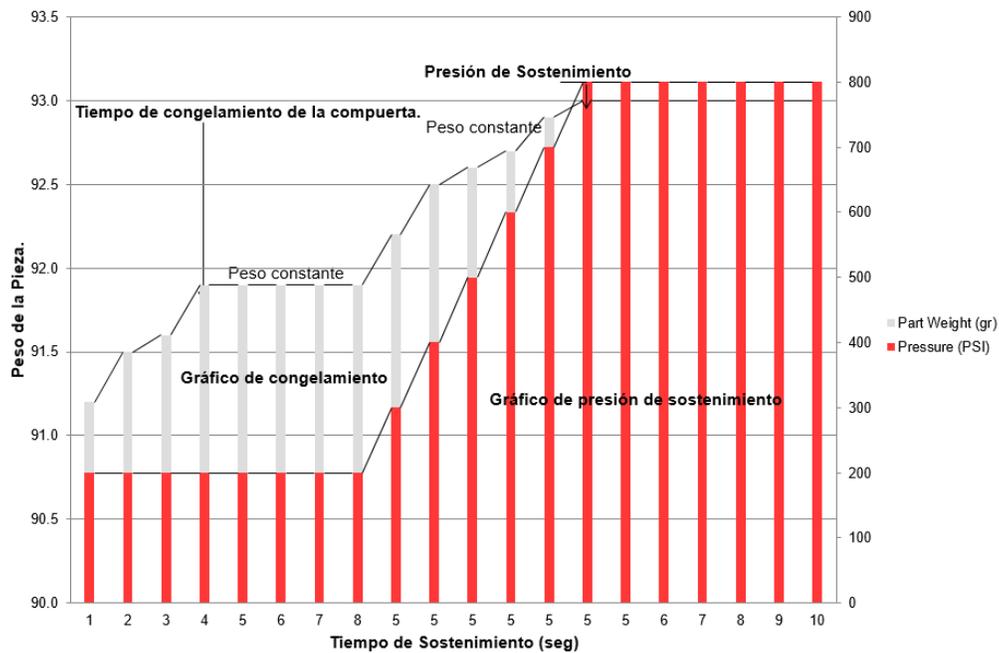


Fig. 2 Gráfico del comportamiento del llenado de la pieza en referencia a la presión y tiempo de sostenimiento.

En las tablas 2 y 3 se muestran los niveles que fueron definidos para la experimentación y el arreglo para las corridas experimentales respectivamente.

Tabla 2. Niveles Determinados para Realizar el Factorial 2<sup>4</sup>.

Factores	Nivel	
	Bajo	Alto
T. de Llenado (seg.)	0.66	2.87
OMT( F)	575	625
Presión(psi)	800	1300
T. de Enfriamiento(seg)	4	12

Tabla 3. Orden y Combinaciones del arreglo experimental 2<sup>4</sup>.

Orden Std.	Orden Corrida	P. Central	Bloque	T. Llenado	OMT	Presión	T. Enfriamiento	Prueba Ruptura
2	1	1	1	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	
6	2	1	1	Alto	Bajo	Alto	Bajo	
4	3	1	1	Alto	Alto	Bajo	Bajo	
12	4	1	1	Alto	Alto	Bajo	Alto	
1	5	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
10	6	1	1	Alto	Bajo	Bajo	Alto	
11	7	1	1	Bajo	Alto	Bajo	Alto	
5	8	1	1	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	
14	9	1	1	Alto	Bajo	Alto	Alto	
8	10	1	1	Alto	Alto	Alto	Bajo	
15	11	1	1	Bajo	Alto	Alto	Alto	
9	12	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	
3	13	1	1	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	
16	14	1	1	Alto	Alto	Alto	Alto	
7	15	1	1	Bajo	Alto	Alto	Bajo	
13	16	1	1	Bajo	Bajo	Alto	Alto	

## Resultados

### Caso1

Los resultados obtenidos para la tabla 1 fueron un ANOVA y una gráfica de efectos principales de la temperatura, y se analizaron de la siguiente manera. El ANOVA mostró para la temperatura un valor-*P* de 0.000, el cual al compararlo con un alfa ( $\alpha$ ) de 0.05 se puede decir que si existe efecto significativo por parte de la variable de control, y se puede rechazar la hipótesis nula con un 95% de confianza. La *R* cuadrada (*R*-Sq) explica solo un 55.6% de la variabilidad de los datos, por lo que es recomendable reducir la varianza del método de medición de la respuesta y/o analizar más factores dentro del modelo. Se muestra en la figura 3 el ANOVA elaborado por Minitab 16<sup>®</sup>.

### Caso2

Para el DOE factorial se tienen las piezas procesadas a los distintos ajustes de la matriz experimental, sin embargo aún no se ha tomado la lectura de la prueba de ruptura por lo que no se puede presentar resultados por el momento. Los datos se analizarán de la misma manera que en el caso 1, realizando un ANOVA para determinar la significancia de los factores, aunado a esto se realizarán gráficas de efectos principales para ilustrar posibles interacciones.

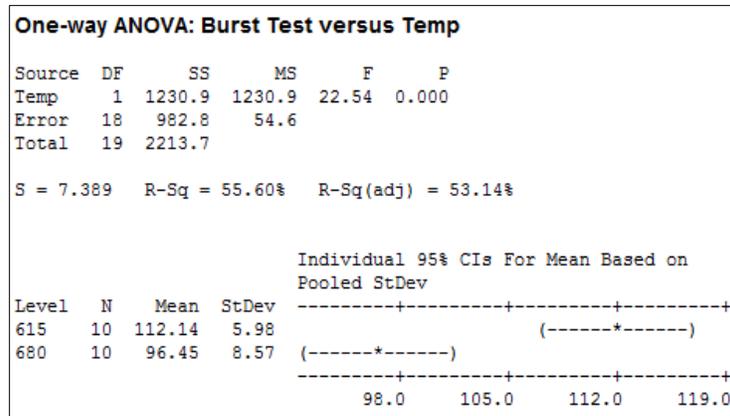


Fig. 3 ANOVA de las Muestras Moldeadas a Diferentes Temperaturas.

### Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye que la temperatura es un factor determinante que afecta a la resistencia a la presión, la cual es medida mediante la prueba de ruptura y que garantiza la ausencia de fugas en las piezas moldeadas. Es mejor para el producto y para la empresa trabajar las piezas mediante un proceso de colada fría, debido a que se reduce la variabilidad del producto con respecto a la colada caliente.

### Referencias

- Bozzelli, J. "Getting Good Data from DOE," *Plastics Technology*, 29-30, (2012).
- Doyle, K. "How scientific injection molding can cianne your company," *Canadian Plastics*, 34, (2010).
- Garza, V. J. "Aplicación de diseño de experimentos para el análisis de secado de un producto," *Innovaciones de Negocios*, 145-158, (2013).
- Kleppmann, W. "Design of Experiments (DoE): Optimizing Products and Processes Efficiently," *CHEMICAL ENGINEERING*, 50-57, (2014).
- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. "Introducción a la probabilidad y estadística," *D.F.: International Thompson Editores*, (2002).
- Miranda, A. V. "La industria automotriz en México: antecedentes, situación actual y perspectivas," *Contaduría y Administración* (en línea), 211-248, (2007), Consultada en internet 20 de Noviembre del 2013. Dirección de internet: <http://contaduriayadministracionunam.mx/articulo-3-60-8.html>
- Montgomery, D. C. "Diseño y Analisis de Experimentos," *Mexico, D.F.: Limusa Wiley*, (2013).
- Rangarajan, S. "Injection Molding Variables," *Popular plastics and packaging*, 55, (2010).

## Normatividad Asociada a la Verificación de Ambientes Laborales en Empresas de Ensenada, B.C.

M.I. Julián Israel Aguilar Duque<sup>1</sup>, M.C. Jesús Salinas Coronado<sup>2</sup>,  
M.C. José Luis Javier Sánchez González<sup>3</sup> y M.I. Guillermo Amaya Parra<sup>4</sup>

**Resumen**— Debido a la constante evolución de los sistemas de producción y de servicios, una de las principales preocupaciones por parte del sector gubernamental se ve enfocado al cumplimiento de la normatividad asociada a la verificación de los ambientes laborales desde el punto de vista de infraestructura, organización y seguridad establecidos por la normatividad nacional y administrados por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. El presente proyecto describe la primera etapa de un proyecto de investigación enfocado al cumplimiento de la normatividad asociada a los ambientes laborales así como su cumplimiento. Los resultados expuestos presentan la clasificación de los sectores productivos y de servicios en registrados ante organizaciones nacionales con información específica de la ciudad de Ensenada, así como el conjunto de normas a las que se le debe dar cumplimiento para reducir los riesgos asociados a los ambientes laborales.

**Palabras claves**—Normatividad, STPSS, ambientes laborales.

### Introducción

El desarrollo de la tecnología y la innovación enfocadas a la creación de nuevos productos y procesos hace suponer que la preocupación por el incremento en la productividad ha ganado terreno en contra a la protección de los recursos humanos. Uno de los grandes problemas que enfrenta el sector productivo y de servicios está dirigido hacia el problema de la salud-enfermedad el cual no está directamente asociado al nivel socioeconómico y del desarrollo de los medios de producción. (Hernández Romerio, Almirall Hernández, & Franco Enríquez, 2005).

Además del impacto generado por el desarrollo tecnológico, se sabe que existe una serie de factores psicosociales y medioambientales generadores de trastornos mentales de mayor prevalencia sobre el estado de ánimo depresivo y los de ansiedad, nuevamente afectados por el entorno demandante por la situación laboral. (Lodoño, y otros, 2015).

Desde el enfoque de la ingeniería industrial, en su mayor parte, el análisis de una operación debe contar con una sólida comprensión de las bases de los factores humanos y un planteamiento ergonómico del mejoramiento del trabajo, para que como soporte se proporcione ayuda al analista para perfeccionar los métodos existentes (Nebel & Freivalds, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del Trabajo., 2009)

Nebel & Freivalds (2009) mencionan que el ambiente físico inmediato tiene un impacto significativo no sólo sobre el desempeño del recurso humano, sino también en la confiabilidad del proceso. Los factores ambientales principales que influyen en la productividad del personal laborante y en la confiabilidad del proceso comprenden el ambiente visual, los residuos, las vibraciones, la humedad y la temperatura ambiente y la contaminación atmosférica.

En los párrafos anteriores se hace referencia a tres diferentes vertientes generadoras del problema relacionado con los ambientes laborales, una desde el punto de vista del desarrollo y la innovación tecnológica, otro desde un enfoque humanista y uno más desde la perspectiva de productividad.

El problema expuesto en la presente investigación está dirigido a determinar las necesidades de cumplimiento con la normatividad establecida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para las empresas manufactureras establecidas en Ensenada Baja California.

Haciendo un poco más de énfasis en los factores que afectan a la operación de los sistemas se puede hacer una descripción del ambiente visual, los ruidos, las condiciones térmicas y as radiaciones. En cuanto a la iluminación, un alumbrado eficaz es un grado importante en la realización de las actividades, los criterios principales aplicables a un

<sup>1</sup> M.I. Julián Israel Aguilar Duque, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [julian.aguilar@uabc.edu.mx](mailto:julian.aguilar@uabc.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.C. Jesús Salinas Coronado, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx](mailto:jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> M.C. José Luis Javier Sánchez González, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [javsanchez@uabc.edu.mx](mailto:javsanchez@uabc.edu.mx)

<sup>4</sup> M.I. Guillermo Amaya Parra, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [amaya@uabc.edu.mx](mailto:amaya@uabc.edu.mx)

ambiente visual son la cantidad de luz o iluminación, el contraste entre los alrededores inmediatos y la tarea específica a ejecutar, aunado a la existencia o ausencia de deslumbramiento.

Otro de los factores considerados como factor influyente en los ambientes laborales es el ruido. Las ondas sonoras se originan por la vibración de algún objeto que establece una sucesión de ondas de compresión y expansión a través del medio de transporte del sonido. El sonido se puede transmitir no sólo a través de aire y líquido, sino también a través de cuerpos sólidos, como las estructuras de las máquinas-herramientas. La velocidad de las ondas sonoras en el aire es aproximadamente de 340 m/seg. El uso de materiales viscoelásticos, como el plomo y la masilla para vidrios hace que el sonido se disipe rápidamente debido a la fricción viscosa.

En cuanto a las condiciones térmicas, se tiene la premisa de que el ser humano es capaz de funcionar dentro de un intervalo amplio de condiciones térmicas, su comportamiento se modifica notablemente si queda sometido a temperaturas que varían respecto a las consideradas normales. Uno de los muchos efectos a considerar durante la verificación de los ambientes laborales deberá ser la temperatura ambiente experimentada realmente por una persona en un ambiente dado. Esta temperatura es el resultado del intercambio de calor por convección, conducción térmica a través de pisos o herramientas calientes o frías; intercambio por radiación en muros, pisos plafones, y radiación solar que se trasmite o refleje hacia el ocupante de un recinto a través de áreas transparentes en el ambiente de trabajo.

La temperatura efectiva es un índice determinado de experimentalmente que incluye la temperatura, el movimiento del aire y la humedad, y; finalmente la temperatura operativa es la temperatura asociada al cuerpo del trabajador, la cual se determina por los efectos acumulativos de todas las fuentes y receptores de calor.

Finalmente en cuanto a los factores asociados a las radiaciones, que aunque son de tipo ionizante que pueden dañar los tejidos, la protección contra las radiaciones alfa y beta es tan fácil que la mayor atención se asigna a los rayos gamma, los rayos X y la radiación neutrónica.

De acuerdo a los factores anteriores es de vital importancia nombrar que la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPSS) en su compromiso con la protección al trabajador, ha generado un programa de autogestión en seguridad y salud en el trabajo. (Secretaria del Trabajo y Previsión Social, 2015). EL objetivo principal del programa de autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, PASST está dirigido a promover que las empresas instauren y operen sistemas de administración en materia de seguridad y salud en el trabajo, con base en estándares nacionales e internacionales, a fin de favorecer el funcionamiento de centros de trabajo seguros e higiénicos.

Ante estos esquemas de autogestión la STPSS ha declarado en su programa un conjunto de documentos técnicos para el cumplimiento de la seguridad y la salud en el trabajo. Los lineamientos Generales de Operación de Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el trabajo establecen los objetivos, políticas y criterios para la instauración, orientación y evaluación del programa así como para el otorgamiento de los reconocimientos de "Empresa Segura".

### **Metodología**

Para el desarrollo de la presente investigación se formuló un esquema de tres etapas.

Etapas 1. Determinación de las características empresariales establecidas en el municipio de Ensenada. Durante el desarrollo de esta etapa, el objetivo es realizar una investigación documental y de medios electrónicos que permitan definir y clasificar los giros de las empresas establecidas en la ciudad de Ensenada.

Etapas 2. Búsqueda del conjunto de normatividad establecida por la STPSS para el cumplimiento de programa de autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Etapas 3. Determinación de la normatividad asociada a la verificación de ambientes laborales en empresas de Ensenada.

### **Resultados**

De acuerdo a la información emitida por COPREEN (2015), la actividad económica de Ensenada se concentra en los sectores de la Agricultura, minería, comercial y peca deportiva, turismo, y producción de vino. Los sectores en desarrollo son la Industrial, desarrollo mobiliario y construcción y finalmente el sector de ciencia y tecnología, específicamente en biotecnologías, nanotecnología e información tecnológica.

De acuerdo a la información publicada en el directorio empresarial de Ensenada se pueden generar la clasificación de empresas en Ensenada, la gráfica de la figura número 1 presenta la clasificación de empresas del ramo textil.

La gráfica de la figura número 2 presenta la información registrada en el directorio empresaria de Ensenada con la clasificación de las empresas de acuerdo a la industrial de la transformación en General. La gráfica de la figura número 3 presenta el registro de empresas de acuerdo al sector de alimentos y acuicultura. En la gráfica de la figura número 4 se presenta la concentración de empresas registradas en el directorio empresarial de Ensenada de acuerdo

al giro agroindustrial y agrícola. Finalmente la gráfica de la figura número 5 expone el registro de empresas clasificadas en la categoría vitivinícola.

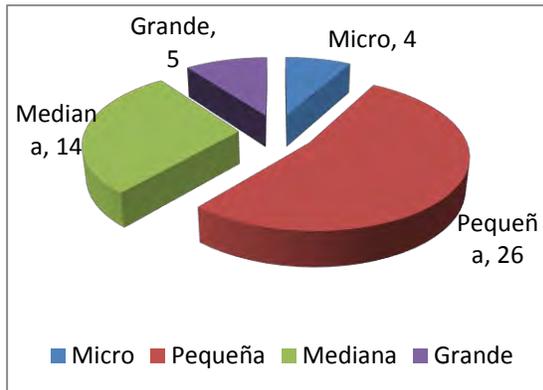


Figura 1. Clasificación de empresas de la industria textil por tamaño.



Figura 2. Clasificación de empresas de la industria en general.

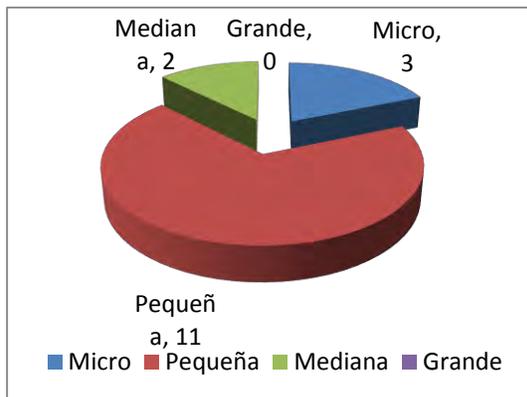


Figura 3. Clasificación de empresas de la industria de alimentos y acuicultura por tamaño.

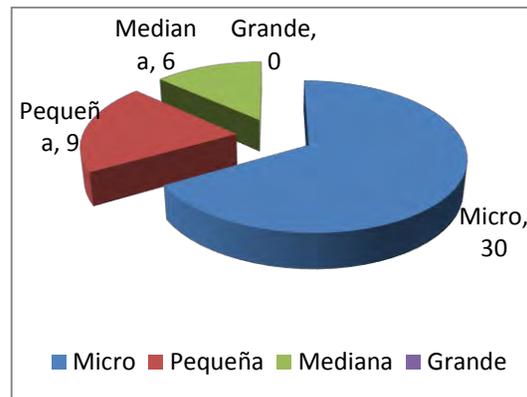


Figura 5. Clasificación de empresas de la industria de vitivinícola y acuicultura por tamaño.

Los resultados obtenidos por el desarrollo de la etapa número dos del proyecto y de acuerdo a la base de datos de la STPSS. La tabla número 1 presenta el concentrado de normas de seguridad establecidas por las normas oficiales mexicanas de seguridad y salud en el trabajo.

Tabla 1. Matriz de normas de seguridad.

Número de Norma	Título	Ejemplares	Programas Específicos	Procesadores de Seguridad	Unidades de Seguridad	Recomendaciones Exponencia y Control	Requisitos a la Salud	Estado de Protección Personal	Capacitación	Auditorías	Registros Administrativos	Total
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales e instalaciones		1		32				1		6	40
NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios	2	10	7	30			1	10	2	4	66
NOM-004-STPS-1999	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria	3	3	2	10			1	2			21
NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	2	4	5	26		1		4		1	43
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales		1	24	8		3	3	7	1	3	50
NOM-009-STPS-2011	Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura	1	1	9	60		3	6	9	10	4	103
NOM-020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión y calderas	17	3	18	24				4	14	7	87
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática				15				3		4	22
NOM-027-STPS-2008	Soldadura y corte	2	3	11	6		1	1	6	2	3	35
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de instalaciones eléctricas	2	2	21	27			1	5	4	3	65
Subtotal		29	28	97	238	0	8	13	51	33	35	532

La tabla número 2 expone el conjunto de normas asociadas a la salud, estás de acuerdo a la normatividad mexicana y a la STPSS.

Tabla 2. Matriz de normas de salud.

Número de Norma	Título	Estudios	Programas Específicos	Procedimientos de Seguridad	Medidas de Seguridad	Reconocimiento, Evaluación y Control	Seguimiento a la Salud	Escalas de Protección Personal	Capacitación	Autorización	Registros Administrativos	Total
NOM-010-STPS-1999	Sustancias químicas contaminantes	1	1			10	2		2		7	23
NOM-011-STPS-2001	Ruido		5	1	6	15	2	3	5		2	39
NOM-012-STPS-2012	Radiaciones ionizantes	1	5	5	22	17	9	3	7	2	7	78
NOM-013-STPS-1993	Radiaciones no ionizantes				5	3			2		1	11
NOM-014-STPS-2000	Presiones ambientales anormales	4		2	80		14	2	7	1	9	119
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas				2	9	3	1	3		6	24
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones		5		4	11	2		2	1	5	30
NOM-025-STPS-2008	Iluminación	3	1		4	13	1		1		1	24
<b>Subtotal</b>		<b>9</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>123</b>	<b>78</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>38</b>	<b>348</b>

La tabla número 3 expone el conjunto de normas asociadas a la organización, estás de acuerdo a la normatividad mexicana y a la STPSS.

Tabla 3. Matriz de normas de Organización.

Número de Norma	Título	Estudios	Programas Específicos	Procedimientos de Seguridad	Medidas de Seguridad	Reconocimiento, Evaluación y Control	Seguimiento a la Salud	Escalas de Protección Personal	Capacitación	Autorización	Registros Administrativos	Total
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal	2		2	3			3	3		1	14
NOM-018-STPS-2000	Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas				31				4	1	2	38
NOM-019-STPS-2011	Comisiones de seguridad e higiene	14	5	6	22				4			51
NOM-021-STPS-1994	Informes sobre riesgos de trabajo								1		5	6
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad				35				1			36
NOM-028-STPS-2012	Seguridad en procesos y equipos con sustancias químicas	6	9	16	19				8	2	5	65
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud	4	6		5				2		3	20
<b>Subtotal</b>		<b>26</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>115</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>230</b>

La tabla número 4 expone el conjunto de normas específicas, estás de acuerdo a la normatividad mexicana y a la STPSS.

Tabla 4. Matriz de normas de Específicas.

Número de Norma	Título	Estudios	Programas Específicos	Procedimientos de Seguridad	Medidas de Seguridad	Reconocimiento, Evaluación y Control	Seguimiento a la Salud	Escalas de Protección Personal	Capacitación	Autorización	Registros Administrativos	Total
NOM-003-STPS-1999	Plaguicidas y fertilizantes				19		2	3	4		1	29
NOM-007-STPS-2000	Instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas agrícolas			4	18		1	3	4	1	1	32
NOM-008-STPS-2001	Aprovechamiento forestal maderable y aserraderos	3		8	20			1	13	1	2	48
NOM-016-STPS-2001	Operación y de mantenimiento ferrocarriles	4		8	10		2		4			28
NOM-023-STPS-2012	Trabajos en minas subterráneas y a cielo abierto	44	27	55	181		1	7	12	22	34	383
NOM-031-STPS-2011	Construcción	14	7	12	77			5	6	7	10	138
NOM-032-STPS-2008	Seguridad para minas subterráneas de carbón	30	10	27	216		2	4	16	9	47	361
<b>Subtotal</b>		<b>95</b>	<b>44</b>	<b>114</b>	<b>541</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>59</b>	<b>40</b>	<b>95</b>	<b>1,019</b>
<b>Total</b>		<b>159</b>	<b>109</b>	<b>243</b>	<b>1,017</b>	<b>78</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>162</b>	<b>80</b>	<b>184</b>	<b>2,129</b>

### Conclusiones

De acuerdo a la información bibliográfica obtenida se puede concluir que el sector manufacturero y de servicios de Ensenada está enfocada en su mayoría a la producción y servicios de empresas de tamaño micro pequeño. Ante estas necesidades el cumplimiento a la normatividad establecida por la STPSS es de vital importancia establecer un enfoque dirigido hacia la seguridad en las instalaciones y el manejo del equipo. Debido a que es una zona agrícola, se puede mencionar también el cumplimiento a los requisitos asociados a este sector. El presente trabajo solo representa el preámbulo al desarrollo de la determinación de las necesidades del sector en cuanto al cumplimiento de los requerimientos establecidos por la normatividad mexicana y dirigidos hacia la verificación de los ambientes laborales, dejando pendiente el efecto ocasionado por factores psicológicos y sociales.

### Referencias

- COPREEN. (06 de 03 de 2015). *Investinensenada.com*. Obtenido de [www.investinensenada.com](http://www.investinensenada.com)
- Edwards Deming, W. (1982). *Calidad, Productividad y Competitividad*. Madrid: Diaz de Santos.
- ender, R. F. (s.f.). *VIP F ender Pass*. Recuperado el 02 de julio de 2013, de [http://www.rhfender.com/uploads/6/3/5/1/6351587/agenda\\_induccion.pdf](http://www.rhfender.com/uploads/6/3/5/1/6351587/agenda_induccion.pdf)
- Field, W. M. (2001). *Lean Manufacturing, Tools, Techniques and How to Use Them*. Florida, USA: CRC PRESS.
- Gross, J. M., & Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. Broadway, New York, United States of America: AMACOM.
- Hernández Romerio, J. S., Almirall Hernández, P. J., & Franco Enriquez, J. G. (Junio de 2005). *Revista Cubana Saludo Trabajo*. Recuperado el 5 de Marzo de 2015, de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol6\\_1\\_05/rst07105.html](http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol6_1_05/rst07105.html)
- Kromer, K., Kromer, H., & Kromer, E. (2001). *Ergonomics How to Design for Ease and Efficiency*. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Lodoño, N. H., Marín, C. A., Juárez, F., Palacio, J., Muñoz, O., Escobar, B., & . (2015). Factores de Riesgo Psicosociales y ambientales Asociados a Trastornos Mentales. *Suma Psicológica*, 56-68.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del Trabajo*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Osborne, D. (2007). *Ergonomía en Acción*. Mexico, DF: Trillas.
- Salvendy, G. (2006). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (05 de 03 de 2015). *Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <http://autogestion.stps.gob.mx:8162/passt.aspx>

# Incremento en la Eficiencia del Almacén F Electronics para el Abastecimiento de Materiales

M.I. Julián Israel Aguilar Duque<sup>1</sup>, M.C. José Luis Javier Sánchez González<sup>2</sup>,  
M.C. Jesús Salinas Coronado<sup>3</sup> y M.C. Víctor Manuel Juárez Luna<sup>4</sup>

**Resumen**— La implementación de técnicas de administración de operaciones y nuevas filosofías para la mejora continua se ha convertido en la modalidad actual para establecer proyectos de mejora en el sector productivo. El presente proyecto expone la aplicación de DMAIC para mejorar el sistema de abastecimiento de materiales a la línea de producción. Con la implementación de la técnica se mejoró el flujo de los materiales dentro del almacén reduciendo el tiempo de los jobs de dos dígitos a un dígito, el cual representa una reducción del 43% en el tiempo requerido para la realización del trabajo, se consolidaron los dos centros de trabajo que eran los principales clientes de almacén además de lograr que se consolidaran hasta 7 centros de trabajo.

**Palabras claves**—Productividad, DMAIC, almacén de materias primas.

## Introducción

La complejidad en la operación de los sistemas de producción y servicios de la actualidad requieren de una modelación cada vez más apegada a la realidad, que permita un análisis profundo y detallado del sistema (García Duna, García Reyes, & Cardenas Barron, 2006). Niebel y Freivalds (2009), publicaron el su libro “*Inenigela Industrial: Metodos, estándares y diseño del trabajo*”, que la única forma en que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar sus ganancias, es mediante el incremento de su productividad. El uso y desarrollo de sistemas automatizados, es uno de los factores que el sector productivo ha optado por desarrollar. La utilidad generada por este tipo de sistemas automatizados, ha sido durante decadas un prefacio para los sistemas productivos con dimensiones micro, pequeñas y medianas, los cuales reservan su capital para proyectos de mejora enfocados a una estrategia diferente. Es importante mencionar que en la ultima decada, los procesos automatizados han desarrollado su alcance e impacto de forma positiva al grado que diferentes sistemas sin importar su dimensión han optado por la inversión y el riesgo que conyeva la automatización (Rego, et al, 2012).

A pesar de los esfuerzos por realizar inversiones significativas en la automatización de los sistemas es posible identificar que de forma paralela se han desarrollado estrategias administrativas con el fin de optimizar los sistemas con la firme premisa de eliminar los desperdicios relacionados con el quehacer diario.

El presente proyecto se enfocó en analizar y mejorar las actividades realizadas en el almacén F electronics; con la finalidad de mejorar la eficiencia de la planta, disminuir los tiempos muertos entre las áreas de almacén final y sub ensambles además de mejorar la productividad de las líneas.

La actividad principal del almacén es buscar los números de parte que son requeridos para ensamblar una unidad mediante una hoja que indica el número de parte, donde esta locacionado y la cantidad que se necesita, el tiempo requerido para esta actividad es muy alto en el armado de “jobs” por lo que la empresa tiene la necesidad de realizar un analisis para establecer los estándares correspondientes.

Descripción del problema: El tiempo requerido para el abastecimiento de kits o jobs a las líneas de producción, es muy elevado.

Objetivo: Realizar un análisis de los tiempos de abastecimiento de materiales a las líneas de producción, para identificar oportunidades de reducción de tiempo e inserción de ayudas visuales para la administración del proceso.

Delimitaciones: El presente Proyecto tiene como finalidad reducir los tiempos muertos ocasionados por el abastecimiento de materiales a las líneas de producción.

<sup>1</sup> M.I. Julián Israel Aguilar Duque, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [julian.aguilar@uabc.edu.mx](mailto:julian.aguilar@uabc.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.C. José Luis Javier Sánchez González, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [javsanchez@uabc.edu.mx](mailto:javsanchez@uabc.edu.mx)

<sup>3</sup> M.C. Jesús Salinas Coronado, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx](mailto:jesus.salinas.coronado@uabc.edu.mx)

<sup>4</sup> M.C. Víctor Manuel Juárez Luna, profesor investigador de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, [juarezv@uabc.edu.mx](mailto:juarezv@uabc.edu.mx)

### Metodología y Desarrollo

La metodología utilizada fue DMAIC que está enfocada en la mejora de procesos, esta herramienta de calidad tiene du principio en la recolección de información y verificación de la autenticidad de los datos con un enfoque estadístico. Durante el proceso el primer paso es Definir (Define): define el problema, documenta el proceso, haciéndose preguntas como ¿Por qué es necesario resolver esto ahora? ¿Cuál es el flujo general de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios se esperan del proyecto? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?

Actualmente el almacén ha experimentado alteraciones en proceso de armado de jobs y material perdido en su locación. Debido a la perdida de materia y falta en el control del proceso de alimentación estándar para líneas de producción, el almacén fue una de las causas que en las líneas de producción se tuviera tiempo muerto por falta de material.

La productividad en la planta es de aproximadamente de 58 %, el área de montaje final es el proceso más afectado debido a las discrepancias ocasionadas por la inversión de tiempo en búsquedas de material perdido, no se alimentan a tiempo los números de partes requeridos del producto para que las líneas de producción operen como deberían. Se llevó a cabo una investigación de datos históricos para saber quiénes eran los principales clientes de almacén, resultando ser el área de accesorios y hds las más conflictivas, se hizo una lluvia de ideas para atacar los problemas siendo como resultado, el objetivo del proyecto el cual se centró en estos dos centros de trabajo ya que eran los más afectados al pedir más Jobs que los otros centros de trabajo. La figura 1 presenta las cantidades de job pedidos por los centros de trabajo.

WC	Grand Total YTD	Average	Std Deviation	Cummulative %
ACCS-71	2,312	14	6	46.8%
HDS-70FG	425	3	2	55.44%
SLVTR-70G	249	2	1	60.48%
LCD-39	236	1	1	65.26%
TWEETY-70C	231	1	1	69.94%
COUGAR-70F	193	1	1	73.85%
ANT-70D	191	1	1	77.72%
LSS-70G	144	1	1	80.64%
SIM-70B	116	1	1	82.99%
DBND-40	113	1	1	85.27%
YMT-70D	110	1	1	87.50%
IS20-70A	107	1	1	89.67%
RMSY-70J	102	1	1	91.74%
BR-70B	98	1	1	93.72%
NEM-70D	87	1	1	95.48%
SGPS-70H	83	1	1	97.16%
BIRD-70G	59	0	1	98.36%
WC0N-95C	32	0	1	99.01%
CBL-94	17	0	0	99.35%
PREP-95A	11	0	0	99.57%
WINDNSR-95C	7	0	0	99.72%
BCKS-95D	6	0	0	99.84%
THLE-43	2	0	0	99.88%
MX-70B	2	0	0	99.92%
TNT-44	1	0	0	99.94%
END-70H	1	0	0	99.96%
DB-FINAL	1	0	0	99.98%
DIG-70A	1	0	0	100.00%
Grand Total YTD	4,937	30	25	

Figura 1: Jobs requeridos por los centros de trabajo.

Medir (Measure): Establecer las variables que intervienen en el proceso y monitorear las que más influencia tienen, en esta etapa se deben responder a las siguientes preguntas ¿Cuál es el proceso y como se desarrolla? ¿Qué tipo de pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores? ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente? Durante dos semanas se tomaron tiempos de 94 órdenes de Jobs para poder tener un promedio de números de parte pedidos en Jobs el tiempo que se hacía armado el Job y el tiempo por número de parte, la figura 2 presenta los tiempos de armados de Jobs en minutos. La figura 3 presenta los números de partes por Job. De acuerdo a la recolección de información, la figura 4 presenta la cantidad de Jobs armados durante un periodo de 144 días.

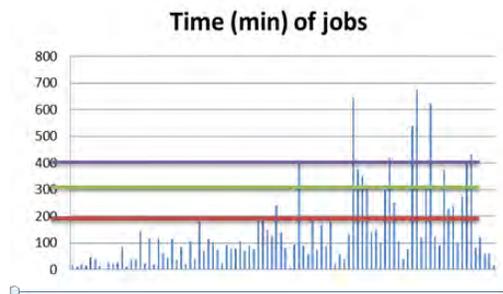


Figura 2. Tiempo requerido para el armado de Jobs

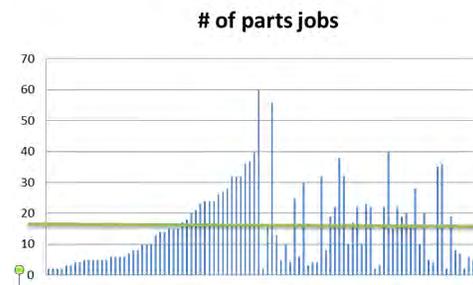


Figura 3. Números de partes por Job

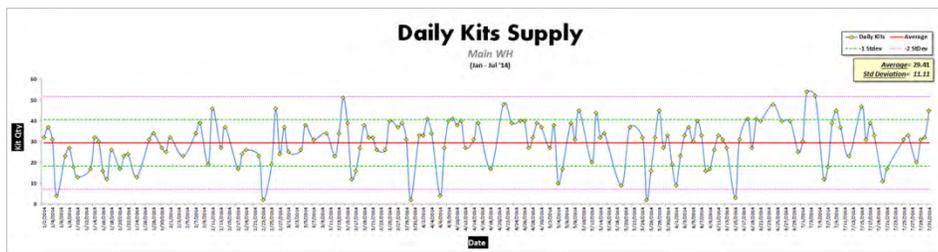


Figura 4. Jobs armados en un periodo de 144 días.

De la figura 4 se pudo obtener el porcentaje de Jobs con menos de 15 números de partes igual al 10.4%, de 15 a 30 números es de 33.33% y de más de 30 números es de 56.2%, esto indica que la causa que hace que los tiempos de armado de Jobs sea demasiado altos es que se piden Jobs con más de 30 números de parte por lo que surgió la idea de llevar a la línea los ítems que más se usan para que se tuvieran siempre a la mano, y de esta manera disminuir el número de partes que se piden en los Jobs, este otro proyecto que fue paralelo a este y tomo la idea de los supermercados. Se calculó la capacidad que se tenía en el almacén para que el proyecto de los supermercados tuviera más relevancia y se tomaran acciones rápidas. La tabla 1 presenta la capacidad calculada del almacén en base a los datos recabados.

**Tabla 1** Capacidad calculada del almacén en base a los datos recabados

	items x job	cantidad de job x trabajador general (turno día)	cantidad de job x trabajador general (turno noche)	cantidad de jobs x trabajador al día
media	15.33	5.56	1.94	2.92
med + 1 des est	28.07	3.17	2.22	1.61
med+2 des est	40.81	2.21	0.71	1.11

**Tabla 2** cantidad de Jobs que un trabajador puede realizar al día

	items x job	cantidad de job x trabajador general (turno día)	cantidad de job x trabajador general (turno noche)	cantidad de jobs x trabajador al día
media	15.33	5.56	1.94	2.92
med + 1 des est	28.07	3.17	2.22	1.61
med+2 des est	40.81	2.21	0.71	1.11

**Tabla 3** trabajadores necesarios para cumplir con la demanda de Jobs

# item job	% cantidades de jobs	jobs realizados en un turno	jobs al día	jobs a realizar	jobs faltantes	surtidores necesarios
hasta 15	0.10	2.55	7.66	8.33	0.68	0.18
15 a 30	0.33	4.58	13.75	26.67	12.92	6.11
mas de 30	0.56	5.39	16.18	45.00	28.82	19.54

Para realizar el armado de los Jobs se contaba con unos contenedores de plástico donde se colocaba el job con el problema de que no se identificaba la prioridad de este ni la hora que se necesitaba en la línea de producción, solamente se dejaba y el trabajador de almacén lo tomaba a su parecer a veces eligiendo el que tuviera menos ítems, esto se cambió por un pizarrón propuesto que tuviera énfasis en la prioridad que se necesita para producción añadiéndole más información para que el proceso fuera transparente para todos. Además de que se tomaron tiempos

de las acciones que llevaban a cabo los trabajadores del almacén para poder empezar a crear estándares de trabajo. El tiempo total desde que el materialista comenzaba con su pedido hasta que se terminaba era de más de dos horas. Se comenzó con la elaboración de la documentación del proceso con las hojas de trabajo que se tenían en la empresa. La figura 5 presenta la secuencia de operaciones para un solo número de parte.

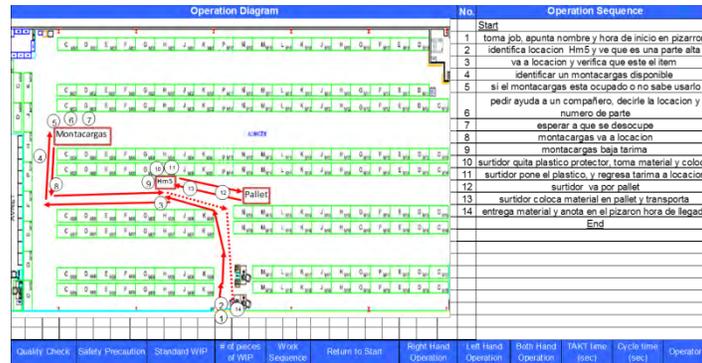


Figura 5. Secuencia de operaciones para un solo número de parte.

Se propuso consolidar todo el material de accesorios y hds en un solo lugar.

Analizar (Analyze): Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos que se obtuvieron del monitoreo y determinar causas y oportunidades de mejora, las preguntas a contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones? Se elaboró un diagrama de espagueti para poder fundamentar la propuesta de consolidación de los números de parte de accesorios y hds. La figura 6 presenta el diagrama de espagueti.

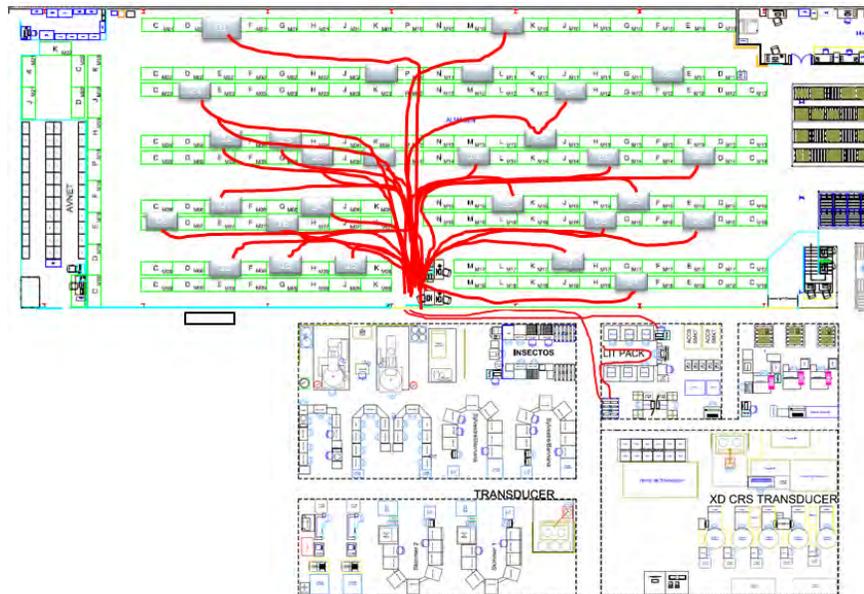


Figura 6. Diagrama de espagueti para un job de 25 números de partes de accesorios.

Mejorar (Improve): En esta etapa se crean, desarrollan, evalúan e implementan las mejoras que se detectaron tras el análisis haciéndose las siguientes preguntas ¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios? Se experimentaron problemas en esta etapa ya que el tiempo de armado de Jobs subió a más de 1 hora por el movimiento de material que se estaba consolidando, además de que el departamento de producción no seguía lo que el departamento de

planeación establecía que se debía de fabricar y pedía Jobs que no estaban en el plan hacendó que los trabajadores de almacén trabajaran más, para evitar eso se realizó un VSM para poder ver cuáles eran los problemas que ocasionaba producción a almacén.

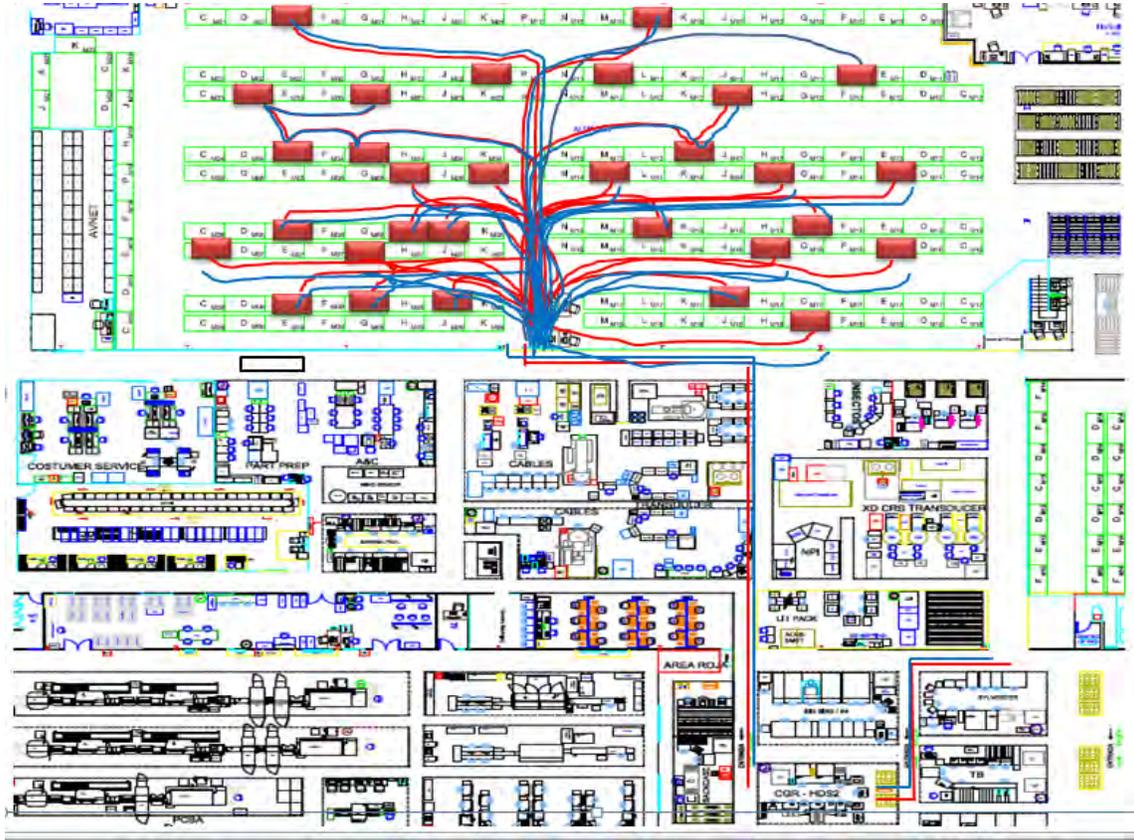


Figura 7. Diagrama de espagueti de hds.

Las figuras 8 y 9 exponen los cambios en las rutas de operación después de la consolidación.

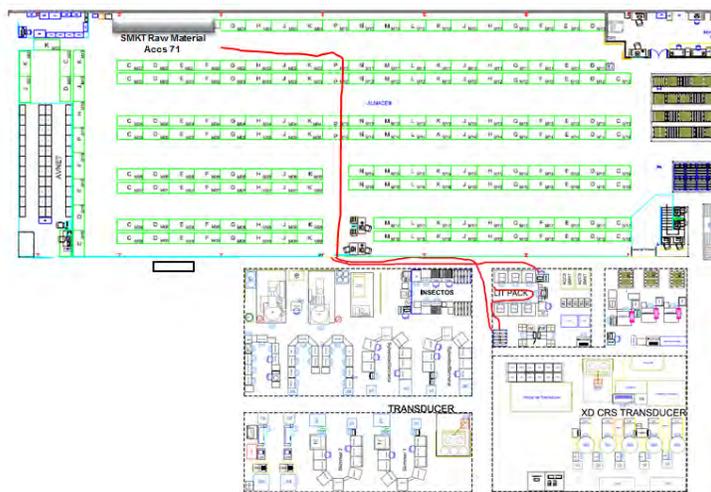


Figura 7. Área de accesorios consolidada dentro del almacén.

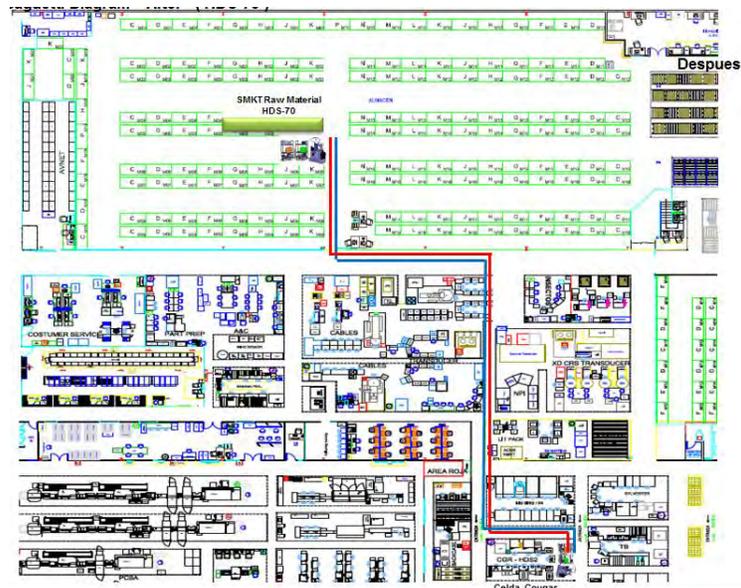


Figura 8. Área de hds consolidada dentro del almacén.

## Conclusiones

El proyecto se concluyó satisfactoriamente ya que se lograron consolidar los dos centros de trabajo que eran los principales clientes de almacén además de lograr que se consolidaran hasta 7 centros de trabajo y reducir el tiempo de armado de Jobs de 2 dígitos a uno solo, esto es un logro del trabajo en equipo, y se debe de continuar por este camino ya que todavía hay muchas áreas de oportunidad para mejorar el proceso, los conocimientos que se ven a lo largo de la carrera sirven como una herramienta que te permiten resolver problemáticas en las empresas, o hacer notar una problemática que no se puede ver a simple vista.

## Referencias

- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Cheng, F., Ettl, M., Lu, Y., & Yao, D. (2012). A Production-Inventory Model for Push-Pull Manufacturing System with Capacity and Service Level Constrains. *Production and Operations Management*, 668-681.
- Edwards Deming, W. (1982). *Calidad, Productividad y Competitividad*. Madrid: Diaz de Santos.
- ender, R. F. (s.f.). *VIP F ender Pass*. Recuperado el 02 de julio de 2013, de [http://www.rhfender.com/uploads/6/3/5/1/6351587/agenda\\_induccion.pdf](http://www.rhfender.com/uploads/6/3/5/1/6351587/agenda_induccion.pdf)
- Gross, J. M., & Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. Broadway, New York, United States of America: AMACOM.
- Kromer, K., Kromer, H., & Kromer, E. (2001). *Ergonomics How to Design for Ease and Efficiency*. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Lindeke, R. (2005). *Push vs. Pull Process Control*. IE 3265 POM.
- Montoya Torres, J. R. (2006). Procedimiento Jerárquico Basado en Optimización y Simulación para la Gestión de Vehículos en Sistemas Automatizados de Manufactura. *Ingeniería y Universidad*, 1-27.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del Trabajo*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- Osborne, D. (2007). *Ergonomía en Acción*. Mexico, DF: Trillas.
- Rego, A., Pérez, H., López, L., & Carlos, N. (2012). Sistema Automatizado para la Evaluación de la Calidad en los Laboratorios de Diagnóstico con Tecnología SUMA. *VacciMonitor*, 18-24.
- Salvendy, G. (2006). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

# RENDIMIENTO ACADÉMICO Y EFICIENCIA TERMINAL DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA

M.C. Mario Abelardo Aguirre Orozco<sup>1</sup>, M.C. Martha Lilia Delgado Martínez<sup>2</sup>, M.A. Olivia Márquez Monarrez<sup>3</sup>  
M.C. Julio Cesar Chavarría Ortiz<sup>4</sup> Estudiante Viridiana Calderón Silva<sup>5</sup>

**Resumen—** La investigación plantea análisis estadísticos relacionados con el rendimiento académico y eficiencia terminal de estudiantes del Instituto Tecnológico de Cd. Delicias, Chihuahua, México. Parte de un enfoque cuantitativo y paradigma post-positivista. Se realizaron procesamientos de estadística descriptiva e inferencial, así se obtuvieron las medidas de variabilidad, mismas que permiten verificar en dónde hay mayor cantidad de respuestas para apoyar las hipótesis, cuyas variables consideran número de hermanos, distancia casa escuela, horas de estudio, el hecho de trabajar o no, la valoración de actividades académicas, grado académico del padre y la madre, hábitos de estudio, la satisfacción de la elección de la carrera, apoyo académico de tutorías, asesorías y orientación vocacional y el nivel socioeconómico. Los resultados sugieren desechar factores considerados por los investigadores y la teoría para explicar la deserción y la eficiencia terminal, así como el rendimiento académico

**Palabras clave—** Rendimiento académico, eficiencia terminal.

## Introducción

Analizando los índices de eficiencia terminal en las instituciones de educación superior en México, tal es el caso, de las licenciaturas que se imparten en el Instituto Tecnológico de Cd. Delicias (ITD), Ingeniería Industrial, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Tecnologías de la Información, considerando algunos parámetros para detectar los bajos índices de eficiencia que ameritan su total atención ya que representan un problema poco atendido.

El Instituto Tecnológico de Delicias pertenece a la Subsecretaría de Educación Superior, y a partir del 23 de Julio del 2014, se adscribe al Tecnológico Nacional de México. Inició sus labores en el mes de Septiembre del año 1986 ofreciendo la licenciatura en Ingeniería Industrial con modalidad a nivel nacional, ya que anteriormente se ofrecía ésta como especialidad adjunta a una carrera.

La eficiencia terminal ha sido definida por la Secretaría de Educación Pública en México en términos numéricos como “la proporción entre el número de alumnos que ingresan y los que egresan de una misma generación, considerando el año de ingreso y el año de egreso según la duración del plan de estudios” (SEP, 2012 p, 57). Por su parte Martínez (2001) define a la eficiencia terminal como la proporción de estudiantes que termina una carrera en relación con los que la iniciaron y considera que es una dimensión de la calidad que debe ser tomada en cuenta ya que de ella depende el costo de los productos de la educación superior. Agrega que la manera de estudiar la eficiencia terminal es hacerlo con cohortes reales.

Covo (1988, citado en De los Santos, 2004) señala que el problema de la deserción, el rezago y la eficiencia terminal pueden ser concebidos como tres facetas en un mismo fenómeno.

<sup>1</sup> M.C. Mario Abelardo Aguirre Orozco. Catedrático del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Delicias, Universidad Pedagógica Nacional del Estado de Chihuahua. Miembro activo del IIE, (Institute of Industrial Engineers in Atlanta Georgia USA). Integrante del a la Red de Investigadores del Estado de Chihuahua (REDIECH) [aguirreol@hotmail.com](mailto:aguirreol@hotmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> M.C. Martha Lilia Delgado Martínez, Catedrático del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Delicias, Miembro activo del IIE, (Institute of Industrial Engineers in Atlanta Georgia USA). [mldelgamar@hotmail.com](mailto:mldelgamar@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.A. Olivia Márquez Monarrez, Catedrático del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Delicias [olimarezul@hotmail.com](mailto:olimarezul@hotmail.com)

<sup>4</sup> M.C. Julio Cesar Chavarría Ortiz. Subdirector Académico del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Delicias, y candidato al grado de Doctor en Administración, por la Universidad Autónoma de Chihuahua. [julioito2003@gmail.com](mailto:julioito2003@gmail.com)

<sup>5</sup> Estudiante. Viridiana Calderón Silva [bixa\\_13@hotmail.com](mailto:bixa_13@hotmail.com) Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Delicias, Licenciatura en Ingeniería Industrial.

De acuerdo con González (2002), las definiciones de rendimiento académico pueden ser clasificadas en dos grupos, aquéllas que lo definen como sinónimo de aprovechamiento y las que hacen una clara distinción entre ambos conceptos y consideran el aprovechamiento como una medida o manifestación de rendimiento académico.

### Descripción del Método

Con el objeto de obtener una mejora en la eficiencia terminal de los estudiantes de nivel superior, con respecto a las diferentes variables, es posible llegar a ofrecer algunos puntos de vista de acuerdo con los archivos electrónicos alojados en la base de datos de la institución. El rendimiento académico de los estudiantes universitarios constituye un factor imprescindible y fundamental para la valoración de la calidad educativa en la enseñanza superior, es la suma de diferentes y complejos factores que actúan en la persona que aprende, y ha sido definido con un valor atribuido al logro del estudiante en las tareas académicas. Pérez Sánchez (2000), y Vélez Roa (2005) coinciden en señalar que se mide mediante las calificaciones obtenidas, con una valoración cuantitativa, cuyos resultados muestran las materias aprobadas o no aprobadas, así como la deserción y el grado de éxito académico.

Durón y Oropeza (1999) mencionan la presencia de cuatro factores, los cuales son:

1. Factores fisiológicos. Se sabe que afectan aunque es difícil precisar en qué medida lo hace cada uno de ellos, ya que por lo general están interactuando con otro tipo de factores. Los que se incluyen en este grupo son: cambios hormonales por modificaciones endocrinológicas, padecer deficiencias en los órganos de los sentidos, desnutrición y problemas de peso y salud.
2. Factores pedagógicos. Son aquellos aspectos que se relacionan con la calidad de la enseñanza. Como el número de alumnos por maestro, los métodos y materiales didácticos utilizados, la motivación de los estudiantes y el tiempo dedicado por los profesores a la preparación de sus clases.
3. Factores psicológicos. Se cuentan algunos desórdenes en las funciones psicológicas básicas, como son la percepción, la memoria y la conceptualización, los cuales dificultan el aprendizaje.
4. Factores sociológicos. Son aquellos que incluyen las características familiares y socioeconómicas de los estudiantes, como la posición económica familiar, el nivel de escolaridad y ocupación de los padres y la calidad del ambiente que rodea al estudiante.

El presente trabajo se centra en el estudio de las cinco licenciaturas, que se imparten en el Instituto Tecnológico de Cd. Delicias Chihuahua México, por medio de un análisis estadístico de la base de datos del departamento de control escolar del (ITD), realizándose cuatro cohortes, para los años 2006, 2007, 2008 y 2009; con fechas a evaluar hasta el cierre del año 2013.

Respecto a la cobertura de la educación superior la ANUIES ha propuesto la meta de aumentar la cobertura en un 60 por ciento en el ciclo 2021-2022, es decir, una matrícula de 5 millones 840 mil estudiantes, por tanto, la matrícula debería aumentar en 257 mil cada año. En este sentido, es importante considerar que si bien es importante la cobertura también lo es la calidad y en particular que los estudiantes que ingresan permanezcan y concluyan sus estudios exitosamente. Esto es parte de la problemática que se trata de analizar en esta investigación, la eficiencia terminal y el rendimiento académico de los estudiantes.

México no sólo requiere hacer cambios estructurales en todos los niveles de educación, para que los niños y jóvenes en edad escolar accedan a una educación de calidad, también debe evitar la deserción escolar, ya que el 42% de los estudiantes mexicanos de educación superior no se titulan, México ocupa el 4to lugar en la OCDE (OCDE, 2010).

En este documento se realiza el análisis de cuatro cohortes, considerando que los índices de eficiencia terminal se miden obteniendo el cociente de número de alumnos egresados entre ingresados, multiplicados por 100, para que el indicador se obtenga en términos de porcentaje.

La tabla No. 1, muestra los índices de eficiencia terminal de las cuatro cohortes generacionales estudiadas, y lo que se observa es que los indicadores van en decremento, toda vez que inicia con un 43.23% y el decremento llega hasta el 13.11%.

AÑO	Ingreso Agosto-Diciembre	Egreso sin título	Egreso Titulados	Total Egreso	Baja Definitiva	Activos	Porcentaje de deserción	Porcentaje de titulados	EFICIENCIA TERMINAL
2006-2010	347	70	80	150	185	12	53.31	23.05	43.23
2007-2011	284	52	62	114	153	17	53.87	21.83	40.14
2008-2012	473	102	43	145	270	58	57.08	9.09	30.66
2009-2013	412	53	1	54	215	143	52.18	0.24	13.11

Tabla No.1. Eficiencia terminal por cohortes, fuente elaboración propia a partir del análisis de la base de datos del departamento de control escolar (ITD).

La tendencia que muestra este cuadro de eficiencia terminal representa un serio problema para la institución, porque este indicador educativo es de los más importantes para determinar el nivel de calidad y de eficacia que tiene el ITD. Arroja resultados para evaluar el ingreso y egreso de alumnos inscritos de las diferentes licenciaturas.

Este es el punto de partida para realizar el análisis de esta variable, *eficiencia terminal*, en relación con el *rendimiento académico* de los estudiantes. Para atender la variable *rendimiento académico*, se inicia con la revisión de la percepción que los estudiantes tienen de sí mismos con respecto al conocimiento de sus logros escolares. Sobre esto se encontró que es muy coincidente con los promedios que tienen en la carrera que están cursando en el ITD, el 6% excelente, el 76 % se considera bueno, el 18 % regular y no existen estudiantes que consideren como desempeño malo. Lo que indica que ningún alumno, aunque esté reprobado se percibe con un bajo nivel académico.

Durante el desarrollo de sus programas de estudios, el 52.38% de los estudiantes piensan, que son pesadas las tareas, trabajos y exámenes, mientras que al 30.18% les son indistintos, al 12.69% les resultan ligeros, así como al 3.17% expresan que son muy ligeros, pero el 1.58% mencionan que son muy pesados. Con base en lo anteriormente expuesto, aproximadamente el 54% de los alumnos encuestados los consideraron como actividades que les exigen mucho tiempo para su realización.

El ITD se encuentra a 3.5 Km de las afueras de Cd. Delicias, por esta razón los estudiantes deben trasladarse a través de diversos medios de transporte: el 65.09% utilizan transporte público urbano, el 26.98% vehículo propio, el 7.93% en vehículo de compañeros. Como se observa, la mayoría de los estudiantes utilizan el transporte público.

Considerando la conformación familiar el 85.71% de los alumnos reconocen que tienen de uno a tres hermanos, de estos, el 42.85% es de dos hermanos, 25.39% cuentan con un hermano y 17.46% tienen tres hermanos, un 4.76% es de cuatro hermanos.

En el ITD el grado académico del padre de familia fluctúa entre la educación primaria y el nivel superior. 12.69% de educación primaria, 39.68% de secundaria, 33.17% de preparatoria, 11.29% de nivel licenciatura y 3.17% de maestría. El grado académico de la madre también oscila entre la educación primaria y el nivel superior. 14.28% de educación primaria, 38.11% de secundaria, 33.33% de preparatoria, 14.28% de nivel licenciatura.

Los hábitos de estudio de los alumnos del ITD, se relacionan de la siguiente manera, 42.85% lo hacen un día antes del examen, 34.92% un día a la semana, 20.65% dos o tres días a la semana y el 1.58% todos los días.

El porcentaje de estudiantes que no trabajan es de 69.85%, mientras que el 30.15% de los estudiantes sí labora para sostener sus estudios. En caso de los que trabajan, 25.39% dedica de dos a cuatro horas diarias a alguna actividad laboral, el 9.52% de cuatro a seis horas y el 7.93% trabaja de seis a ocho horas al día. En los resultados del análisis de Chi cuadrada ( $X^2 = 3.2, P=0.3611$ ), se obtuvo que la variable relacionada con los estudiantes que trabajan y los que no lo hacen, es independiente de la variable *rendimiento académico*, representado por los promedios de los estudiantes. Esto significa que el hecho de trabajar o no hacerlo no tienen relación con el nivel de rendimiento académico de los estudiantes.

De acuerdo a la percepción de los alumnos, sobre el tiempo le dedican al estudio al día, se encontró que el 19.04% no le dedican nada de tiempo, el 60.31% le dedican de una a dos horas al día, el 15.89% de dos a tres horas y 4.76% más de tres horas. Esta variable, *tiempo dedicado al estudio*, según el análisis de la Chi cuadrada, ( $X^2 = 2.50, P=0.644$ ), también es independiente del nivel de rendimiento académico de los alumnos del ITD.

La escuela preparatoria de su procedencia, es uno de los datos que generalmente interesa a las escuelas del nivel medio superior de la región. El origen de bachillerato de egreso de la muestra de estudiantes aceptados en el ITD es el siguiente: CETis 87 22.22%, CEBACH 6/4 7.93%, CBta No. 2 15.87%, CEUN 1.58%, CONALEP 4.76%,

CBta 147 Meoqui 4.76%, Preparatoria 20-30 25.39%, CBTIS No. 197 Saucillo 9.52%, Telebachillerato 3.17%, CBTIS 143 Camargo 1.58%, Otros 3.22%, desprendiéndose que la preparatoria 20-30 es de donde más se captó alumnado en este cohorte generacional.

Considerando cuál fue su promedio se observó que las tendencias de las calificaciones se conservan en los trayectos formativos de la licenciatura, en términos generales. Esto se detectó cuando se correlacionó el promedio del bachillerato que tuvo la muestra de estudiantes con el promedio de la carrera, resultando un índice de Pearson de 0.425, que es una correlación media en cuanto a intensidad o fuerza, con una significatividad menor que 0.001. Las calificaciones de la muestra estudiada se distribuyeron conforme se indica en la tabla No.2.

CALIFICACIÓN BACHILLERATO	PORCENTAJE BACHILLERATO	CALIFICACIÓN CARRERA	PORCENTAJE CARRERA
6 a 6.9	1.58 %	6 a 6.9	1.58 %
7 a 7.9	20.63 %	7 a 7.9	22.22 %
8 a 8.9	46.03 %	8 a 8.9	60.31 %
9 a 9.9	31.74	9 a 9.9	15.87 %
10	0%	10	0%

Tabla No. 2: Promedios de calificaciones de bachillerato y licenciatura, fuente elaboración propia

Con referencia al grado de satisfacción que tienen los estudiantes en la elección de carrera, en lo general los resultados se ubicaron con mayor frecuencia en las categorías satisfecho y completamente satisfecho, sumando ambas un 79.36 %, mientras que los insatisfechos o poco satisfechos suman sólo un 20.64%. Esto implica que, según la percepción de los alumnos, la gran mayoría se considera satisfecha con la elección de carrera que hizo al ingresar al ITD. Al realizar una correlación entre esta variable contra la del *rendimiento académico*, se obtuvo un índice de correlación muy bajo del 0.001, con una significatividad de 0.993, lo que lleva a concluir que el grado de satisfacción de la elección de carrera no es un factor determinante para el rendimiento académico de los estudiantes.

En lo que respecta al apoyo académico (orientación vocacional, tutoría o asesoría) que ofrece el ITD a los alumnos fuera del salón de clases por parte de sus profesores o persona encargada del departamento de tutorías, siendo el 44.34 % los que sí reciben este apoyo, mientras que el 55.66%, no lo recibe.

En el análisis de la Chi cuadrada ( $X^2 = 3.4924$ , con una significancia mayor que 0.05) realizada entre la variable del promedio con los apoyos académicos recibidos, se concluye que estas dos variable no dependen una de la otra. Es decir, que el hecho de acudir o no a las asesorías, tutorías y a las sesiones de orientación vocacional no tienen impacto significativo en el rendimiento académico de los estudiantes.

Estos resultados son coincidentes con el índice de correlación que se realizó entre estas dos variables (*apoyos académicos recibidos y rendimiento académico*), toda vez que los resultados indican una correlación muy baja, de 0.075, con un nivel de significancia mayor que 0.05.

El número de *materias reprobadas* que los alumnos tienen desde el inicio en el ITD, dentro de la carrera, tiene una correlación negativa con el *promedio general* de -0.580, con un nivel de significatividad menor que .001, por lo tanto se establece, aunque parece obvio, que el hecho de tener menos materias reprobadas indica que su promedio es mayor, en la mayoría de los casos.

El número de hermanos/as que tiene el estudiante se relaciona con el promedio general de los alumnos, resultando un índice de correlación negativo de -0.343, con un nivel de significancia menor que 0.05. Esto indica que las familias que tienen más hijos son más proclives a que sus hijos tengan menor rendimiento académico, en por lo menos el 11.77% de los casos.

### Conclusiones

Con base en el análisis que se realizó en esta investigación, se puede concluir lo siguiente:

1. Los índices de eficiencia terminal en el Instituto Tecnológico de Delicias se encuentran en franco decremento, de tal forma que representa un grave problema de eficacia de la institución.

2. La deserción es el elemento que determina los niveles de *eficiencia terminal*, por lo tanto se convierte en una variable importante para explicar dichos niveles.
3. El *rendimiento académico* es uno de los factores que causan la deserción, revisado teóricamente, por lo tanto los factores relacionados con esta variable, son elementos importante en la explicación de la deserción y la eficiencia terminal del ITD.
4. Existen factores que se pensaba que se relacionaban con el rendimiento académico y que finalmente la evidencia empírica demostró lo contrario:
  - Distancia casa escuela
  - Horas de estudio
  - El hecho de trabajar o no
  - la valoración de trabajos, tareas y exámenes
  - Grado académico del padre y la madre
  - Hábitos de estudio
  - La satisfacción de la elección de la carrera
  - Apoyo académico de tutorías, asesorías y orientación vocacional
5. El número de hermanos es una variable que impacta en el aprovechamiento académico de los estudiantes en una correlación negativa.
6. El número de materias reprobadas tiene una correlación negativa con el promedio general, en el sentido de que entre menos materias reprueban mejores son sus calificaciones.

### Recomendaciones

Para que las instituciones puedan tener mayor posibilidad de centrar sus esfuerzos en apoyar a sus estudiantes y eviten o disminuyan las tasas de deserción tan altas que se presentan, deben determinar las diferentes variables que se mezclan para detectar aquellos que tienen mayores posibilidades de continuar en las aulas y los de mayor riesgo de un posible fracaso. En este sentido, conocer, estudiar y prevenir estas variables, se torna necesario, sobre todo para las instituciones públicas de educación superior, ya que tanto la inversión que hace la sociedad, como el esfuerzo de las familias para sostener a estos jóvenes en las escuelas son significativos.

Es por ello, que conocer a los estudiantes, sus características personales, familiares y sociales, sus prácticas académicas y sus expectativas, es un insumo que fundamenta el diseño de un programa que permita promover el éxito y prevenir el fracaso en las Instituciones de Nivel Superior.

### Referencias bibliográficas

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) (1986). Glosario de la Educación Superior. México: ANUIES.
- Anuario Estadístico (2013, SNIT) Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, (SEP).
- De los Santos, E. (2004). Los procesos de permanencia y abandono escolar en la educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación*, 3(12), 1-7.
- Durón, T. L. & Oropeza, T. R. (1999). Actividades de estudio: análisis predictivo
- Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública.
- González, A. (2000). Seguimiento de trayectorias escolares. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- González, D. (2002). El Rendimiento académico universitario: variables psicológicas. México: UniSon.
- Martínez, F. (2001). Estudio de la eficiencia en cohortes aparentes. En ANUIES, *Deserción, Rezago y Eficiencia Terminal en las IES. Propuesta metodológica para su estudio*. México: ANUIES.
- OCDE (OCDE, 2010). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

# Propuestas de Mejora en el Control de Operaciones y en la Organización del Taller de Moldes Usando la Metodología Análisis Causa Raíz

Juan De Dios Almada Mendoza<sup>1</sup>, Mtro. Mauricio López Acosta<sup>2</sup>,  
Mtro. Luis Carlos Montiel Rodríguez<sup>3</sup> y Mtro. Rubén Varela Campos<sup>4</sup>

**Resumen**— Se presenta una situación problemática en una organización sobre defectos de los moldes que se utilizan para la fabricación de carteras, los cuales originan fallas en el proceso y producto no conforme. Mediante la utilización del Análisis Causa Raíz se plantearon propuestas de control para eficientar las áreas de mantenimiento, producción y taller de moldes. Al realizar esta investigación, se pudo observar la importancia de utilizar esta herramienta, ya que permitió analizar las razones que merman en la productividad y abordarlas adecuadamente. Todo lo anterior ayuda a las empresas que implementen esta herramienta tengan sus procesos bajo control e identifiquen áreas de oportunidad, y así manejar los problemas con más facilidad.

**Palabras clave**— Análisis Causa Raíz, Eficiencia, Fallas, Mantenimiento.

## Introducción

A través de la historia el hombre ha inventado y mejorado numerosas máquinas, procesos y habilidades para llegar a la demanda creciente de productos y servicios por parte de la sociedad. Como resultado de esta demanda en constante crecimiento, se han desarrollado varias técnicas para analizar los problemas (eventos de fallos) que surgirán de las máquinas, los procesos y el rendimiento de las habilidades humanas, (Parra y Crespo, 2012).

En la empresa bajo estudio se han detectado áreas de oportunidad en lo que es taller de moldes y áreas de producción como:

- Lograr una mejor comunicación entre áreas de producción y taller de Moldes.
- Eficientar las áreas de producción y taller de moldes.
- Lograr un mejor control en la vida útil del molde.

El método de Análisis de Causa a Raíz (ACR), es el método basado en el supuesto de que los problemas se resuelven mejor al tratar de corregir o eliminar las causas raíz, en vez de simplemente tratar los síntomas evidentes de inmediato, considerando fundamentalmente tres preguntas básicas, ver figura 1.



Figura 1. Análisis Causa Raíz.

Fuente: Fuentes (2012).

Este método es considerado a menudo como un proceso iterativo, y con frecuencia es usado como una herramienta de mejora continua. Actualmente se presenta una situación problemática en la sección del área de moldes, ya que después de ser utilizados o estar en proceso de su utilización son dañados y se desconocen las causas que lo origina, por lo que se planteó como objetivo desarrollar propuestas de control de operaciones a través de la metodología de análisis causa raíz para definir el origen de los daños hacia los equipos y de esta manera hacer más

<sup>1</sup> Juan De Dios Almada Mendoza, alumno del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora.

<sup>2</sup> Mtro. Mauricio López Acosta es Profesor del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. mauricio.lopez@itson.edu.mx

<sup>3</sup> Mtro. Luis Carlos Montiel Rodríguez es Profesor del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. luis.montiel@itson.edu.mx

<sup>4</sup> Mtro. Rubén Varela Campos es Profesor del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. ruben.varela@itson.edu.mx

eficientes las operaciones de las áreas de mantenimiento, producción y taller de moldes. La importancia del método de Análisis de Causa Raíz como herramienta de solución para este proyecto, aportará una idea clara del origen de los problemas, algunos de los beneficios según Amendola (2006), son:

- Reducir el número de incidentes, fallos y desperdicios.
- Reducción de gastos y de la producción diferida, asociada a fallos.
- Mejoramiento de la confiabilidad, la seguridad y la protección ambiental.
- Mejoramiento de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos.

Según Parra y Crespo (2012), la metodología del Análisis de Causa Raíz se fundamenta en la necesidad de resolver problemas, los cuales son generalmente entendidos como un suceso que se desea vencer. Buscando soluciones efectivas a los efectos de fallos, por otra parte Amendola (2006), asegura que es una herramienta que se inició en forma sistemática, desde los 70's y se han producido mejoras en el tiempo, utilizada para identificar las causas que originan los fallos o problemas, las cuales al ser corregidas evitarán la ocurrencia de los mismos, en donde las causas identificadas son causas lógicas y su efecto relacionado, es un análisis deductivo, el cual identifica la relación casual que conduce al sistema, equipo o componente a un fallo.

Barriónuevo, Esandi y Ortiz (2009), como también describen que el Análisis Causa Raíz es una metodología que propone un enfoque sistemático y sistémico para el análisis en profundidad del evento, recorriendo hacia atrás cada uno de los distintos eslabones de la cadena causal que contribuyeron a su ocurrencia. Si bien las fallas que se reconocen casi inmediatamente son aquellas que dependen de errores humanos, la herramienta centra su mirada en los primeros eslabones, aquellos que en general se encuentran fuera del alcance del profesional que cometió el error activo y constituyen las fallas latentes del sistema. Rooney y Vanden-Heuvel (2004), mencionan que la recolección de información es la base de todas las conclusiones válidas, sin una recolección eficaz de los datos no pueden ser identificados los factores causales y las causas raíces, un factor causal es la falla de un equipo o un error humano que provocó un problema de calidad o permitió que las consecuencias de un problema de calidad fueran peores que lo esperado. La causa raíz es básicamente la causa principal, puede ser identificada donde pueden generarse, recomendaciones eficaces para prevenir su reincidencia. Un factor causal típico tiene múltiples causas raíces.

López, Gonzales y Alcalde (2005), proponen que al orientarse al proceso, supone una revisión exhaustiva de todos los elementos que lo integran (personas, equipos, procedimientos, información, entornos, contingencias externas, etc.). Palacio (2012), comenta que los hechos presentados en los procesos productivos llevados a cabo cotidianamente en las industrias, dan como resultado inefectividades generadas de causas por las cuales se presentan dichos problemas. El objetivo es analizar las diferentes causas del problema presentadas durante el proceso, para canalizarlas a través de la herramienta de análisis de causa raíz, y así presentar las causas principales que provocan el problema mencionado, y dar unas recomendaciones como parte de un plan de acción que se debe evaluar, con el fin de dar solución a la problemática o como también para decidir la forma de llevarlo a cabo, según objetivos que la empresa señale, Muños (2011), agrega que la metodología es uno de los métodos cualitativos de análisis de fallas que además de que utiliza la lógica sistemática para encontrar la lógica de la falla, también permite identificar la mejor solución para corregir la causa identificada.

Martínez y Barroso (2008), resumen que el análisis de causa raíz en la actualidad es un método de gran importancia y de rigor técnico para determinar verdaderas causas raíces que originan las fallas, permitiendo llegar a conclusiones profundas donde se encuentran las raíces latentes de la falla. Este análisis tiene como objetivo prolongar vida útil de los procesos disminuyendo las fallas.

### **Descripción del Método**

Para su aplicación la metodología análisis causa raíz comprende de tres fases:

*Análisis del Problema.* La primera etapa del proceso está enfocada a una identificación clara y rigurosa del problema (diferencia entre algo imaginado o deseado y lo que realmente está sucediendo). Posteriormente, la definición del problema está enfocada a identificar los síntomas de la falla, el equipo, la ubicación y el tipo de falla. El análisis del problema es esencial para el éxito de la eliminación del mismo.

*Análisis de Causa Raíz del Problema.* Búsqueda metodológica de las causas del problema. Esta fase se divide en tres etapas:

- Análisis de todas las causas posibles. El objetivo de esta etapa es determinar tantas causas como sean posible del problema. El producto final de esta etapa es un listado de todas las causas posibles que puedan generar el problema identificado.
- Validación de las causas posibles. El propósito de la validación es determinar cuál de todas las causas posibles tienen evidencias o hechos que la soporten. El objetivo es eliminar información no verificable o no

lógicamente soportada para identificar las causas raíces más probables.

- Identificación y verificación de la causa raíz. Aquellas causas concuerdan con la definición del problema y lo verifican se convierten en causa raíz. El propósito de la verificación, es mantener un enfoque basado en hechos y asegurar que las causas remanentes estén conectadas con el problema.

*Desarrollo de la Solución.* El objetivo es seleccionar la solución más equilibrada al problema (una que elimina la causa sin crear problemas nuevos/peores). Esta fase se divide en 3 etapas:

- Selección de criterios. El objetivo es definir factores específicos que deben ser satisfechos por la solución. Establecer claramente que es lo que se necesita solucionar y su grado de aceptación.
- Consideración de todas las posibles soluciones a la causa raíz. El propósito de generar soluciones alternativas es asegurarse que se está alcanzando más ampliamente la solución problema. Esta etapa se enfoca en buscar soluciones desde otros puntos de vista.
- Selección de la mejor solución. La fase final en el proceso de solución de problemas operacionales es el desarrollo de la misma.

### Resultados

Los resultados que arroja la metodología Análisis Causa Raíz permiten concluir las causas principales que generan problemas en el proceso, del cual son efecto de pérdidas para la empresa. El análisis permitió detectar que son cuatro partes de la pieza (molde) las que se pueden dañar con las fallas de la operación, ver figura 2.

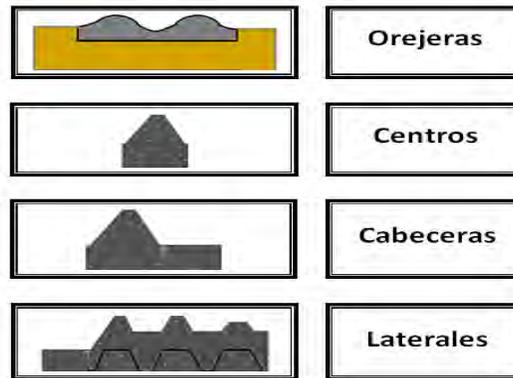


Figura 2. Piezas de molde que se dañan.

Los principales elementos que presentan las fallas son los siguientes:

**Orejeras:** son piezas fabricadas a base de Aralit sujetas por una barra de bronce, estas piezas solo forman la figura pero no sujetan pasta, se localizan en la parte superior e inferior de la charola de 30 unidades son las que más frecuentemente sufren quebraduras por efectos de rozamiento y desalineación

**Centros:** son las piezas que forman la parte central de las charolas de 30 unidades, fabricadas con aralit y cubiertas en su forma total por tela de acero inoxidable con la cual sujetan la pasta por medio de la bomba de vacío. Son unas de las figuras que frecuentemente sufren quebraduras y rompimiento de tela por el rozamiento y golpes en casos de desalineación.

**Cabeceras:** son piezas que forman las cabeceras superior e inferior de las carteras formadas por aralit y cubiertas con tela de acero inoxidable con la cual sujetan la pasta por medio de la bomba de vacío, piezas que sufren quebraduras y rompimiento de tela por rozamiento y golpes en el proceso.

**Laterales:** son los lados izquierdo-derechos que forman la charola, piezas formadas por aralit y cubiertas por tela de acero inoxidable con la que sujetan la pasta por medio de la bomba de vacío. Sufren quebraduras y rompimientos de tela por rozamiento y golpes en el proceso.

Cuando uno de los elementos anteriores se presenta, repercute en producto no conforme y los moldes deben ser desinstalados, las principales causas de desinstalación de moldes son: cartera con orificios, cartera con deformaciones, cartera de bajo peso, carteras con marcas en su interior y carteras maltratadas. En la tabla 1 se muestran la información obtenida en un periodo de 11 semanas en la empresa mostrando la cantidad de moldes que se quitaron en la semana por tres principales causas: de tela rota, orificios tapados y quebraduras. Los porcentajes de ocurrencia de falla mediante la representación de un total de fallas en el periodo se presentan en la figura 3.

Tabla 1. Causas de desinstalación de moldes

SEMANA	CANTIDAD DE MOLDES DESINSTALADOS POR TELA ROTA	CANTIDAD DE MOLDES DESINSTALADOS POR CAUSA DE ORIFICIOS TAPADOS	CANTIDAD DE MOLDES DESINSTALADOS POR CAUSA DE QUEBRADURAS
Semana 1	3	0	0
Semana 2	1	1	1
Semana 3	3	1	4
Semana 4	2	0	3
Semana 5	4	0	1
Semana 6	1	2	2
Semana 7	1	4	5
Semana 8	1	1	2
Semana 9	1	0	3
Semana 10	2	0	1
Semana 11	1	1	1
TOTAL MOLDES	20	10	23

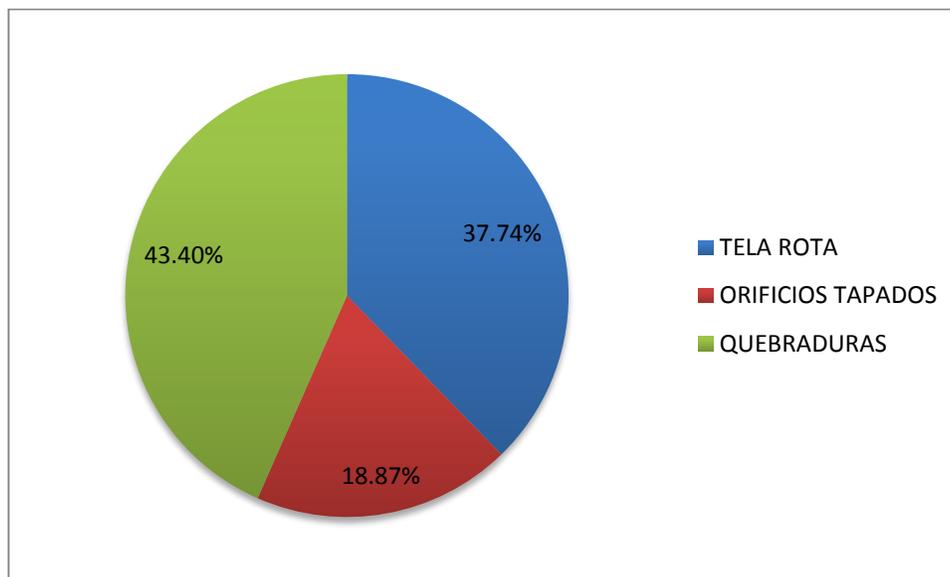


Figura 3. Porcentaje de fallas en el periodo.

La utilización del diagrama Ishikawa Causa- Efecto es de gran utilidad en la metodología donde se desglosan por completo las fallas y las causas que la ocasionen. Las causas raíces que originan los fallos en los moldes ocasionando quebraduras y rompimiento de tela en centros, laterales, cabeceras y orejeras se presentan en la figura 4. A continuación se describe cada una de las causas origen:

➤ Causa raíz latente mala ubicación del molde en máquina.

Todos los moldes en las máquinas tienen las mismas dimensiones en diferentes aspectos, desde base de instalación hasta tornillos que los sostienen pero con el paso del tiempo de tanto poner, quitar, cambiar, su forma de manejo dentro de la empresa es variable ya que es realizado por diferente personal, adecuan el proceso de acuerdo a su forma de trabajo, mientras tanto los equipos de operación sufren desgaste en algunas de sus

partes, desgastes mínimos que provocan fallas a lo largo del proceso como quebraduras y rompimientos de tela en baja frecuencia.

➤ Causa raíz Cambio de transferidor.

Transferidor: molde que toma el sub producto del molde formador a base de succión y lo transporta al túnel de secado. El transferidor anterior y el molde formador se adaptaron a un funcionamiento factible del proceso. El nuevo transferidor puede ocasionar rozamiento y conducir a rompimiento de tela o quebraduras en las piezas del molde formador.

➤ Causa raíz latente falla en máquina.

La máquina presenta desgaste y procede a desalinearse las partes del proceso. El efecto de la pista con la rodaja produce desalineación en el transferidor es efecto de un mantenimiento preventivo y en ocasiones correctivo. Este es un efecto de falla de manera frecuente que puede frenarse o controlarse por cierto tiempo.

- El efecto de esto son quebraduras frecuentes en laterales.
- Rompimientos de tela.
- Aflojamiento y desgaste e incluso quebraduras en centros, orejeras, cabeceras.

➤ Causa raíz falla de reparación.

- Puede generarse por un descuido del operador
- Por efecto de descontrol en la operación.

➤ Causa raíz perforaciones tapadas.

- El proceso se detuvo y el residuo tapa el molde, efectos de paro (intencionales programados).
- Problemas con los químicos en la pasta, tienes problemas de concentración o por exceso de aplicación.

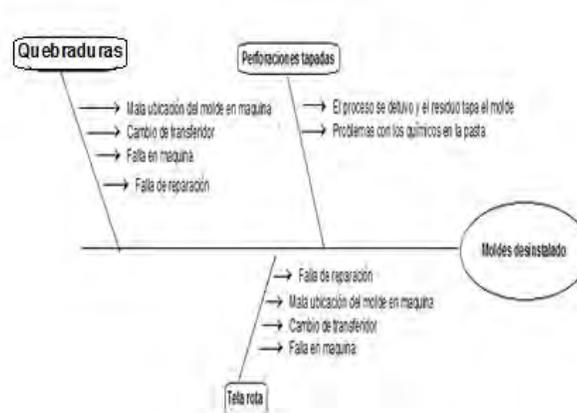


Figura 4. Diagrama Causa-Efecto.

### Conclusiones y su Discusión

El desarrollo de la metodología análisis causa raíz se hace un análisis de los fallos y las causas que los originan son efectos, se puede observar claramente que para cada falla está sometida a una calificación por la causa que la ocasiona. Salvo algunos casos especiales las causas de las fallas son muy confusas y tienen que observarse a lo largo del proceso.

La implementación de controles en el proceso de mejora (formatos) es algo muy importante dentro de la metodología, es donde obtenemos la información clara de la desinstalación del molde, de lo que es causa, la fecha de desinstalación, el turno, y el operador que realizó la operación.

El control de proceso es lo más importante por lo que se recomienda a la empresa seguir documentando cada suceso realizado para tener un sustento de las fallas. Con la implementación de este proyecto la empresa cuenta con información importante sobre las fallas presentadas, además cuenta con un procedimiento útil para aplicarlo en otras áreas de manera que faciliten información sobre el origen de las fallas de los procesos, eficientando el

funcionamiento del mismo.

Algunas recomendaciones sobre las causas raíces latentes detectadas mediante la metodología Análisis Causa Raíz son:

- Utilizar los formatos propuestos.
- Contar con una ubicación especial de los moldes.
- Aplicar medidas de mantenimiento preventivo (lubricar la rodaja que transita por la pista, la fricción entre fierro con fierro sin lubricante provoca desgaste y lleva a desalinear el proceso.
- Utilizar una cantidad estándar de líquidos para que sea menos el riesgo que el operador exceda el químico al proceso.
- Realizar muestras de concentración en químicos.
- Estandarizar el proceso de mantenimiento y uso y manejo de moldes.
- Capacitar a los operadores en el uso y manejo de moldes.

### Referencias

Amendola, L. J. Gestión de proyectos de activos industriales. Universidad politecnica de valencia. 2006.

Barrionuevo, L., Esandi, M. y Ortiz, Z. El análisis causa-raíz como oportunidad de mejora de la seguridad en la atención perinatal: Análisis de un brote de infección intra-hospitalaria. Revista argentina de salud publica. 2009.

Fuentes, F. E. Análisis causa Raíz : Pequeñas charlas para gestión del mantenimiento. Recuperado el 8 de Febrero de 2013. 2012. Ver en: [http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20\(RCA\).pdf](http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20(RCA).pdf).

López, P., Gonzáles, C. y Alcalde, J. Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores. Revista de calidad asistencial , 71-79. 2005.

Martínez, F. y Barroso, A. Aplicación de la tribología y el análisis de la causa raíz (ACR) en motores de combustion interna. Habana, Cuba. 2008.

Muños, H. V. Aplicación de la metodología análisis causa raíz (RCA), para la eliminacion de un mal actor en equipos críticos de la SOM ECOPEPETROL S.A. Universidad industrial de santander . Bucaramanga. 2011.

Palacio, C. E. Estudio sobre la ineffectividad de entregas en plastiline S.A. a través de la técnica de analisis causa raiz. Chía, Cundinamarca, Colombia. 2004

Parra, C. y Crespo, A. Ingenieria de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Edición digital Atres, S.L.L. 2012.

Rooney J. J. y Vanden-Heuvel L. N. Root Cause Analysis for Beginners, Quality Progress, Vol. 37, No. 7, p. 45-53, 2004.

# Principales causas de reprobación y menor rendimiento escolar de los estudiantes de la carrera de Contador Público del Instituto Tecnológico de Parral

Ruth Ramona Altamirano Ramos MC<sup>1</sup>, MC Gloria Ivonne Chávez Torres<sup>2</sup>, MC Genoveva Torres Torres<sup>3</sup>  
MC Jorge Alberto Porras Gutiérrez<sup>4</sup> y MARH Manuel Antonio Márquez Barrientos<sup>5</sup>

## Resumen

En este artículo se presentan los resultados de una investigación realizada en el Instituto Tecnológico de Parral, con el propósito de conocer las principales causas de la reprobación y el bajo rendimiento escolar, así como el grado de satisfacción de los estudiantes de la carrera de Contador Público, que permita elaborar un plan de acciones para mejorar el aprovechamiento académico, evitar la deserción e incrementar la eficiencia terminal.

Mejorar la calidad educativa, es uno de los grandes desafíos que enfrenta la educación superior. Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten disponer de datos cualitativos y cuantitativos para detectar áreas de oportunidad y la necesidad de desarrollar propuestas metodológicas para disminuir la deserción e incrementar el impacto en el índice de eficiencia terminal y de esta forma entregar a la sociedad profesionistas de alto rendimiento académico.

## Palabras clave

reprobación, rendimiento escolar, deserción, aprovechamiento

## Introducción

Debido a los continuos avances científicos y tecnológicos, la educación en México ha adquirido un alto nivel de complejidad, lo que ha llevado a investigadores a realizar estudios que permitan mejorar la calidad de la educación. En estos estudios se ha identificado que uno de los problemas más complejos y frecuentes que enfrentan las instituciones de educación superior es la reprobación. Para ello es fundamental incrementar la calidad del proceso formativo y aumentar el rendimiento de los estudiantes, con la finalidad de lograr índices de aprovechamiento y de eficiencia terminal satisfactorios, así como cumplir con el objetivo de responder a las demandas sociales con más y mejores egresados que puedan incorporarse de manera exitosa al mercado de trabajo (Ruiz, Romano y Valenzuela, 2006)

La presente investigación permite conocer las causas de la reprobación y el bajo rendimiento escolar, así como el grado de satisfacción de los estudiantes de la carrera de Contador Público del Instituto Tecnológico de Parral, que coadyuve a elaborar un plan de acciones para mejorar el aprovechamiento académico, disminuir la deserción e incrementar la eficiencia terminal.

Los resultados arrojaron información suficiente para establecer medidas correctivas en cada una de las áreas incluidas en el instrumento de investigación.

<sup>1</sup> Ruth Ramona Altamirano Ramos MC es maestra del área de Contabilidad y Costos en el Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua. [ruthaltamirano@hotmail.com](mailto:ruthaltamirano@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La MC Gloria Ivonne Chávez Torres es maestra del área de Finanzas del Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua [givonnech@yahoo.com.mx](mailto:givonnech@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La MC Genoveva Torres Torres es maestra del área de Contabilidad en el Instituto Tecnológico de Parral, Chihuahua [torrtg56@yahoo.com.mx](mailto:torrtg56@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> El MC Jorge Alberto Porras Gutiérrez es maestro del área de Ingeniería Industrial [jalbpg@hotmail.com](mailto:jalbpg@hotmail.com)

<sup>5</sup> El MARH Manuel Antonio Márquez Barrientos es maestro del área de Administración [manuel\\_marquez@hotmail.com](mailto:manuel_marquez@hotmail.com)

### Descripción del Método

La investigación es cuantitativa, descriptiva y de campo. Según el Sistema Integral de Información (SII) del Instituto Tecnológico de Parral, existen 82 estudiantes de la carrera de Contador Público en los diferentes semestres, considerados como población bajo estudio.

Utilizando el método de muestreo estratificado, se aplicó un cuestionario a una muestra representativa de 68 personas que cursan diferentes semestres. El tamaño de la muestra se calculó de acuerdo al programa *Surveysoftware* (ver figura 1).

**Precisar Tamaño de Muestra**

Nivel de Confianza:  95%  99%

Intervalo de Confianza:

Población:

Tamaño de Muestra preciso:

Figura 1: Determinación del tamaño de la muestra

La distribución de la muestra por estrato, se presenta en la tabla 1.

SEMESTRE	No. DE ALUMNOS POR ESTRATO	%	No. DE ENCUESTAS POR ESTRATO
<b>Segundo</b>	19	23%	16
<b>Cuarto</b>	14	17%	12
<b>Sexto</b>	16	20%	13
<b>Octavo</b>	27	33%	22
<b>Décimo</b>	6	7%	5
<b>TOTAL</b>	82		68

Tabla 1. Distribución de la muestra

La recopilación de la información se realizó acudiendo a las aulas asignadas a los semestres en mención y seleccionando al azar a los encuestados. Además se analizaron los índices de reprobación y deserción de cada una de las materias cursadas en los semestres Enero-Junio y Agosto-Diciembre de 2013, Enero-Junio y Agosto-Diciembre de 2014 para detectar aquéllas con mayor incidencia.

Algunos resultados relevantes del muestreo, se presentan en las figuras 2,3, 4, 5 y 6.



Figura 2: Proporción de los estudiantes que trabajan



Figura 3: Estudiantes que trabajan en su área de estudio



Figura 4: Proporción de estudiantes con hijos

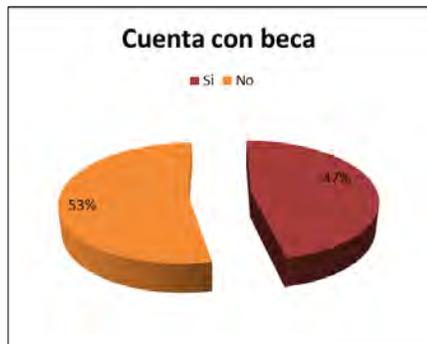


Figura 5: Estudiantes que cuentan con beca

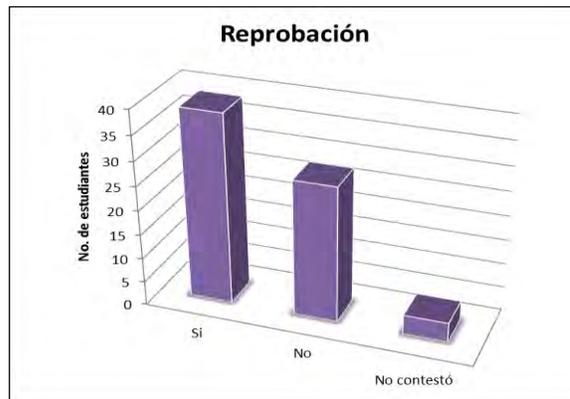


Figura 6: Estudiantes en reprobación

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

El análisis de la información recabada en la investigación indica lo siguiente:

- 40% de los estudiantes trabajan
- 45% trabajan en áreas afines a su carrera de estudio
- 80% de los estudiantes que trabajan perciben ingresos mensuales menores a \$500.00
- 19% tienen hijos
- 54% de los estudiantes que tienen hijos, son hijos menores de 5 años
- 47% cuenta con beca
- 55% ha reprobado alguna vez
- Las principales causas de reprobación son: falta de dedicación, causas atribuibles a los docentes, la dificultad de la materia, falta de tiempo disponible para el estudio y falta de conocimientos previos.
- 70% está totalmente satisfecho con la carrera.
- Las materias con mayor índice de reprobación son: Informática, Estadística administrativa I y II, Álgebra lineal, Auditoría para efectos fiscales, Contabilidad financiera I y Derecho tributario.
- 68% considera que la calidad académica de la Institución es buena.
- 30% percibe la carrera como difícil.
- 55% reconoce un alto grado de oportunidad de la carrera en el ámbito laboral.
- 76% piensa que los docentes de su área muestran bastante interés en su aprendizaje y desempeño académico.
- 63% considera que su desempeño académico ha sido el esperado.
- 86% muestra un alto interés en terminar su carrera.
- 87% manifiesta que volvería a inscribirse en la Institución.

### *Conclusiones*

Los resultados obtenidos en la muestra permiten inferir el comportamiento de la población e indican que los estudiantes que trabajan, tienen hijos o no tienen beca, presentan menor rendimiento escolar y/o mayor incidencia de reprobación, lo que impacta negativamente en los índices de productividad académica.

De lo anterior se deriva la necesidad de establecer estrategias que permitan contrarrestar las causas detectadas, tales como: búsqueda de espacios de trabajo relacionados con la carrera de estudio, gestión de un mayor número de becas ante diferentes instancias públicas y privadas, establecer un programa institucional de asesorías en las materias con mayor índice de reprobación, entre otras.

## Referencias

Malo, Salvador (1998). *"La experiencia mexicana de evaluación de la calidad"*, *La calidad de la educación superior en México. Una comparación internacional, México*, UNAM-Porrúa.

*Metodología General para la Evaluación Diagnóstica de los CIEES*, México, 2004

Ruiz, N.; Romano, C. y Valenzuela, G. (2006). *"Causas de reprobación vinculadas a las características de los estudiantes de la Licenciatura de Filosofía de la BUAP"*, *Graffylia revista de la facultad de filosofía y letras*, núm. 6, pp. 150-155.

## APENDICE

### Cuestionario utilizado en la investigación

El presente cuestionario tiene como propósito determinar las principales **causas de la reprobación** y el grado de aprovechamiento escolar de los estudiantes de la carrera de **Contador Público** del Instituto Tecnológico de Parral

Marca con una X la respuesta que consideres más adecuada. Tu información será confidencial. De antemano te agradecemos tu cooperación.

<p>1. Edad _____</p> <p>2. Sexo      ① Hombre   ② Mujer</p> <p>3. Estado civil     ① Soltero ② Casado ③ Divorciado ④ Unión libre ⑤ Viudo ⑥ Separado</p> <p>4. ¿Tienes hijos?     ① Si      ② No</p> <p>5. ¿Cuántos? _____      ¿De qué edades? _____</p> <p>6. Ocupación de tu padre o tutor _____</p> <p>7. Ocupación de su madre _____</p>	<p>8. Promedio de bachillerato: _____</p> <p>9. Semestre que cursas: _____</p> <p>10. Promedio actual: _____</p> <p>11. ¿Cuentas con beca?     ① Si      ¿Cuál? _____     ② No</p>
<p>12. En el tiempo en que has cursado la carrera ¿has reprobado alguna materia?     ① Si      ② No (por favor pasa a la pregunta No. 15)</p> <p>13. ¿Cuáles? _____</p> <p>14. ¿Cuáles razones consideras que fueron la causa? (Puedes seleccionar varias opciones)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Falta de dedicación de tu parte</li><li>② Falta de tiempo disponible para el estudio</li><li>③ Grado de dificultad de la materia</li><li>④ Falta de conocimientos previos (preparatoria o semestres anteriores)</li><li>⑤ Problemas económicos</li><li>⑥ Problemas familiares</li><li>⑦ Causas atribuibles a los docentes. Especifica: _____</li><li>⑧ Causas atribuibles a la Institución. Especifica: _____</li><li>⑨ Otra. Especifica: _____</li></ul> <p>15. Tiempo semanal promedio que dedicas al estudio, dentro y fuera de la Institución: _____</p>	
<p>16. ¿Actualmente trabajas?     ① Si      ② No (Por favor pasa a la pregunta No. 21)</p> <p>17. ¿Consideras que la carrera que estudias se relaciona con tu trabajo?     ① Si      ② No</p> <p>18. Número de horas que trabajas diariamente: _____</p> <p>19. ¿Principal razón por la que trabajas?: _____</p> <p>20. ¿A cuánto ascienden tus ingresos mensuales sin considerar impuestos? _____</p>	
<p>21. Grado de satisfacción de tu carrera</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Nada satisfecho</li><li>② Poco satisfecho</li><li>③ Indiferente</li><li>④ Poco satisfecho</li><li>⑤ Totalmente satisfecho</li></ul> <p>22. Desde el punto de vista de calidad académica de la Institución ¿Cómo la calificas?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Mala</li><li>② Regular</li><li>③ Buena</li><li>④ Excelente</li></ul> <p>23. ¿Qué tan fácil o difícil te está resultando la carrera?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Muy difícil</li><li>② Difícil</li><li>③ Regular</li><li>④ Fácil</li><li>⑤ Muy fácil</li></ul> <p>24. En tu opinión ¿cuál es grado de oportunidad que brinda tu carrera al área laboral?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Nada</li><li>② Poco</li><li>③ Regular</li><li>④ Mucho</li><li>⑤ Bastante</li></ul>	<p>25. Los docentes están interesados en ti como estudiante</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Nada interesados</li><li>② Poco Interesados</li><li>③ Indiferentes</li><li>④ Interesados</li><li>⑤ Muy interesados</li></ul> <p>26. Tu desempeño escolar ¿ha sido el que esperabas?     ① Si      ② No</p> <p>27. ¿Qué tan importante terminar tu carrera?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① Nada</li><li>② Poco</li><li>③ Regular</li><li>④ Mucho</li><li>⑤ Bastante</li></ul> <p>28. ¿Consideras que la mayor parte de los estudiantes de esta Institución tienen valores y actitudes muy diferentes a los tuyos?     ① Si      ② No</p> <p>29. En caso de reprobación o deserción, ¿te volverías a inscribir en esta Institución?     ① Si      ② No</p>

Gracias por tu cooperación

# Identificación y Clasificación de los Requerimientos Críticos para la satisfacción utilizando un Enfoque basado en la Voz del Cliente aplicado al Diseño de Productos

Ing. Beatriz Amaya Sandoval<sup>1</sup>, Dr. Francisco Javier Estrada Orantes<sup>2</sup>,  
Ing. Martha Yazmin Macías Alvarado<sup>3</sup> y Dr. Noé Alba<sup>4</sup>

**Resumen—** *Determinar cuáles son los requerimientos o necesidades que el cliente desea encontrar en un producto o servicio, parece una tarea fácil, sin embargo no lo es. El presente artículo explora la utilización de una metodología basada en la voz del cliente, que combina cuestionarios, grupos de enfoque para determinar lo que el cliente necesita, así como la aplicación del método Kano con el fin de clasificar las características críticas de satisfacción para el cliente y asignar un valor de prioridad a cada una, para su utilización en la Casa de la Calidad o QFD, dentro del marco del Diseño para Seis Sigma (DFSS). La recolección de datos tiene como objetivo definir las características para diseñar un dispositivo especial que genere sonidos musicales. Se inicia con el diseño de un cuestionario de opción múltiple, para conocer las características físicas del dispositivo, posteriormente se selecciona una población intencional, se calcula el tamaño de muestra y se realiza su aplicación. Con los datos obtenidos se toman las respuestas con mayor frecuencia y se añaden al cuestionario tipo Kano. Una vez obtenidos los resultados se confirma a través de la prueba de significancia estadística de Fong, luego se procede a su clasificación, la cual es clara y precisa para definir la prioridad de cada característica del diseño. Los resultados obtenidos se introducen en el diagrama de Kano de esta forma se visualiza claramente su clasificación y nivel de importancia. Estos requerimientos adquiridos se utilizan posteriormente para el desarrollo del Despliegue de la Función de Calidad (QFD), siendo estos requerimientos los “QUE’s” de la primera casa de la calidad los cuales son convertidos en características técnicas para el futuro diseño del dispositivo.*

**Palabras clave—**Método Kano, QFD, Prueba estadística de Fong, DFSS.

## Introducción

En la actualidad las empresas deben responder rápidamente a las demandas variables de los mercados con cambios en los diseños de los productos o con productos totalmente nuevos. (Romero, 2011) De manera que la introducción de estos nuevos productos cumpla con las necesidades de los clientes, para ello es de suma importancia identificar claramente cada una de ellas. De ahí surgen algunas preguntas como: ¿Qué productos y servicios se pueden utilizar para obtener un alto nivel de satisfacción del cliente? ¿Qué características de los productos tienen más influencia proporcional a la satisfacción, y que atributos son una necesidad absoluta a los ojos del cliente? Así que la satisfacción del cliente ahora se ve como una construcción de una sola dimensión, cuanto mayor sea la calidad percibida del producto, mayor será la satisfacción del cliente. (Sauerwein, et. al., 1996)

Para alcanzar dicha satisfacción es necesario identificar cuáles son sus requerimientos o necesidades, ya que si no son bien detectadas se diseñan productos que no son competitivos o peor aún no son comerciales y como resultado hay clientes insatisfechos.

El Método Kano clasifica los requerimientos de los clientes en tres categorías: básicos, unidimensionales y atractivos. Requerimientos Básicos: si no se cumplen estos requisitos, el cliente será extremadamente insatisfecho, ya que el cliente toma estos requisitos por sentado, su rendimiento no va a aumentar su satisfacción. Requerimientos Unidimensionales: La satisfacción del cliente es proporcional al nivel de cumplimiento, cuanto mayor sea su nivel de cumplimiento, mayor es la satisfacción del cliente, suelen ser exigidos por él. Requerimientos Atractivos: Son esos requisitos que exceden la oferta competitiva al crear sorpresas inesperadas y placenteras. Kano ideó un cuestionario que clasifica a las características de un producto para facilitar su diseño y orientar la estrategia de marketing. Para cada característica del producto se formula un par de preguntas (funcional/disfuncional) para que el cliente responda de cinco maneras diferentes. (Kano, 1984).

Griffin y Hauser (1993) afirman que solo de 20 a 30 entrevistas a los clientes en segmentos homogéneos son suficientes para determinar el 90 a 95% de todos los posibles requisitos del producto.

<sup>1</sup> Ing. Beatriz Amaya Sandoval Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [al141752@alumnos.uacj.mx](mailto:al141752@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Francisco Javier Estrada Orantes Profesor en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [frestrad@uacj.mx](mailto:frestrad@uacj.mx)

<sup>3</sup> La Ing. Martha Yazmin Macías Alvarado Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [al141754@alumnos.uacj.mx](mailto:al141754@alumnos.uacj.mx)

<sup>4</sup> EL Dr. Noé Alba

Sauerwein, et. al., (1996), resalta que el modelo Kano se puede combinar de manera óptima con el Despliegue de la Función de Calidad (QFD). Una vez que tenemos los requerimientos del cliente que deseamos incluir en nuestro diseño, los traducimos en características técnicas de nuestro producto, proceso o servicio, utilizando el QFD.

### Metodología

Esta metodología explica las herramientas a utilizar para determinar los requerimientos del diseño del dispositivo. En la figura 2.1 se muestra un diagrama de flujo que contiene los pasos a seguir:

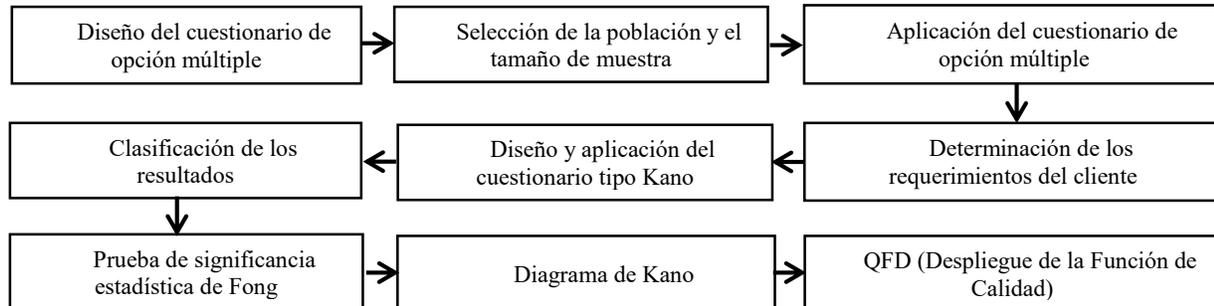


Figura 1. Diagrama de Flujo

#### ***Diseño del cuestionario de opción múltiple***

Se formula un cuestionario con seis preguntas de opción múltiple, con el objetivo de identificar cuáles son las especificaciones físicas que el cliente desea que contenga el dispositivo.

#### ***Selección de la población y el tamaño de muestra***

Se selecciona una población intencional del departamento de música para obtener información fidedigna, y se calcula el tamaño de muestra.

#### **Formula 1**

$$n_0 = z^2 \sigma^2 / e^2$$

Dónde:

z= abscisa de la curva normal

$\sigma$ = desviación estándar

e= error muestral

#### ***Aplicación del cuestionario de opción múltiple***

Se aplican 40 cuestionarios en forma personal, en segmentos homogéneos en el Instituto de CUDA de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

#### ***Determinación de los requerimientos del cliente***

Se toman los resultados de los 40 cuestionarios aplicados y se determina la frecuencia de cada respuesta contabilizando cada una de ellas para obtener la frecuencia mayor, los resultados son colocados en la tabla 2. Las respuestas resultantes son los requerimientos que el cliente espera encontrar en el dispositivo.

#### ***Diseño y Aplicación del cuestionario tipo Kano***

En base a los requerimientos del cliente obtenidos en el cuestionario anterior, se formula el cuestionario tipo Kano para clasificar el nivel de importancia, de acuerdo a los tres tipos de necesidades: Atractivos, Básicos y unidimensionales. Se realiza una pregunta funcional y una disfuncional para cada requerimiento de manera que en la pregunta funcional se le cuestione al cliente como se sentiría si la característica está presente en el producto mientras que la pregunta en forma disfuncional se le cuestione como se sentiría si la característica no está presente en el producto. A cada pregunta se le dan 5 posibles respuestas, las cuales son (Me agrada, Así debe de ser, Me da lo mismo, Puedo aceptarlo y Me desagrada), para que el cliente pueda responder y así obtener la clasificación. Se aplican 30 encuestas con el diseño anterior para identificar redacción no clara, instrucciones confusas y longitud del cuestionario. Una vez hechas las correcciones se realizan 20 encuestas de preguntas funcionales y 20 de preguntas en segmentos homogéneos en el instituto de CUDA de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

#### ***Tabulación y Clasificación de resultados***

Los resultados de todas las encuestas son tabulados en la tabla 2 para obtener la mayor frecuencia de las 5 posibles respuestas. Una vez obtenida la frecuencia total se selecciona la clasificación de la primera y segunda categoría. Para la primera categoría se selecciona la mayor frecuencia tanto de la pregunta funcional como la disfuncional y con ayuda de la tabla 1 se realiza la clasificación correspondiente, esta se hace de la siguiente manera: Pregunta 1. La respuesta de la pregunta funcional de mayor frecuencia es **Así debe de ser** y de la pregunta disfuncional es **Me desagrada**, se realiza el cruce de ambas respuestas y donde coincide el cruce es la clasificación, en este caso **B (Básica)** y se suman ambas frecuencias (8+7)=15. Para obtener la segunda categoría tomamos las siguientes frecuencias más altas las cuales son para la pregunta funcional **Me agrada** y para la pregunta disfuncional **Puedo aceptarlo**, se realiza el cruce de las respuestas y la intersección es **A (Atractiva)** y se suman ambas frecuencias (4+6)=10. Los resultados se colocan en las columnas de primera y segunda categoría y así para todas las preguntas. (Tabla 4).

		No Funcional				
		1. Me agrada	2. Así debe de ser	3. Me da lo mismo	4. Puedo aceptarlo	5. Me desagrada
Funcional	1. Me agrada	C	A	A	A	U
	2. Así debe de ser	R	I	I	I	<b>B</b>
	3. Me da lo mismo	R	I	I	I	B
	4. Puedo aceptarlo	R	I	I	I	B
	5. Me desagrada	R	R	R	R	C

A= Atractiva B= Básica U= Unidimensional I= Indiferente R= Reversible C= Cuestionable

Tabla 1. Clasificación Kano

### Prueba de significancia estadística de Fong

Una vez obtenida la clasificación de la primera y segunda categoría se calcula el valor absoluto de ambas.

#### Formula 2

$$|a-b|$$

Dónde:

a= Frecuencia de la primera categoría.

b= Frecuencia de la segunda categoría.

Después se determina si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las observaciones más frecuentes. (Fong, 1996)

El valor de Q es definido como:

#### Formula 3

$$Q = \sqrt{(a + b)(2n - a - b)/2n}$$

Dónde:

a, b= Frecuencia de las 2 categorías estrechamente clasificadas.

n= número total de respuestas.

Este valor de Q se compara con el valor absoluto **|a-b|** y si **Q** es mayor que el valor absoluto, indica que la categoría no es estadísticamente significativa y se considera concluyente. (Fong, 1996)

### Diagrama de Kano

Una vez clasificados todos los requerimientos estos son colocados en el Diagrama de Kano (Figura 2.) según la categoría obtenida.

### Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

Los requerimiento colocados en el diagrama de Kano entran directamente al despliegue de la función de calidad (QFD) (figura 3), los cuales son colocados en las necesidades de los clientes (Que's).

### Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario de opción múltiple, el método de Kano y la entrada de los requerimientos del cliente en el Despliegue de la función de calidad (QFD).

#### Selección de la Población y Tamaño de la Muestra

$$n=(1.96)^2(0.0809)^2/(0.05)^2= 10.057$$

Con la aplicación de la fórmula 1 se obtiene una muestra de 11.

#### Aplicación del cuestionario de opción múltiple

La aplicación del cuestionario de opción múltiple en el instituto de CUDA fue un éxito.

#### Determinación de los requerimientos del cliente

La tabla 2 muestra las frecuencias obtenidas en la aplicación del cuestionario de opción múltiple y la tabla 3 muestra las características seleccionadas a través de la mayor frecuencia.

OPCIONES	PREGUNTAS					
	1	2	3	4	5	6
a	16	19	7	16	5	6
b	15	12	21	15	22	26
c	9	9	12	9	13	7

Tabla 2. Frecuencias Del Cuestionario De Opción Múltiple

OPCIONES	PREGUNTAS					
	1	2	3	4	5	6
a	15 cm x 20 cm	Madera	PVC	0.5 kg	1 m	432 Hertz
b	25 cm x 30 cm	Aluminio	Cobre	2 kg	10 m	440 Hertz
c	30cm x 40 cm	Plastico	Aluminio	kg5 o más	10m o más	427 Hertz

Tabla 3. Características Seleccionadas Con La Mayor Frecuencia

#### Diseño y Aplicación del cuestionario tipo Kano

El cuestionario Kano se aplica a dos diferentes grupos de enfoque para comparar resultados. La primera aplicación se realiza en el Instituto de Ingeniería y Tecnología, donde el resultado obtenido no es confiable porque las personas no tienen conocimiento de música y se muestran confusas en sus respuestas. La segunda aplicación se realiza en el Instituto de CUDA, el resultado es confiable por ser dirigido a un grupo con conocimientos de música.

#### Tabulación y Clasificación de resultados

La tabla 4 muestra la frecuencia de todas las respuestas y la clasificación de la primera y segunda categoría con su respectiva frecuencia total.

Tipo de Pregunta	Pregunta	Me Agrada	Así debe de ser	Me da lo mismo	Puedo aceptarlo	Me desagrada	Primera Categoría	Segunda Categoría
F	1	(4)	(8)	2	3	3	B	A
D		4	2	1	(6)	(7)	15	10
F	2	(4)	(9)	2	2	3	U	R
D		2	1	(6)	4	(7)	16	10
F	3	(10)	1	(4)	0	0	A	B
D		0	0	2	(11)	(7)	21	11
F	4	(9)	2	3	(4)	2	A	I
D		3	1	(4)	(10)	2	19	7
F	5	(7)	1	(6)	6	0	A	I
D		2	1	(9)	(5)	3	16	11
F	6	5	1	(5)	(8)	1	B	R
D		(6)	1	5	0	(8)	16	11
F	7	(11)	1	(6)	2	0	A	B
D		4	1	5	(7)	(5)	18	11

Tabla 4. Frecuencia Y Clasificación De Las Respuestas Del Cuestionario Tipo Kano

**Prueba de significancia estadística de Fong**

En la tabla 5 se muestran los valores obtenidos de los valores absolutos y el valor de Q de la prueba de significancia estadística de Fong.

ABS	Q
5	4.33
6	4.19
10	4.38
12	4.19
5	4.23
5	4.23
7	4.3

Tabla 5. Valores Absolutos Y Valores De Q

**Diagrama de Kano**

En la figura 2 se muestra el Diagrama de Kano con las clasificaciones de los requerimientos

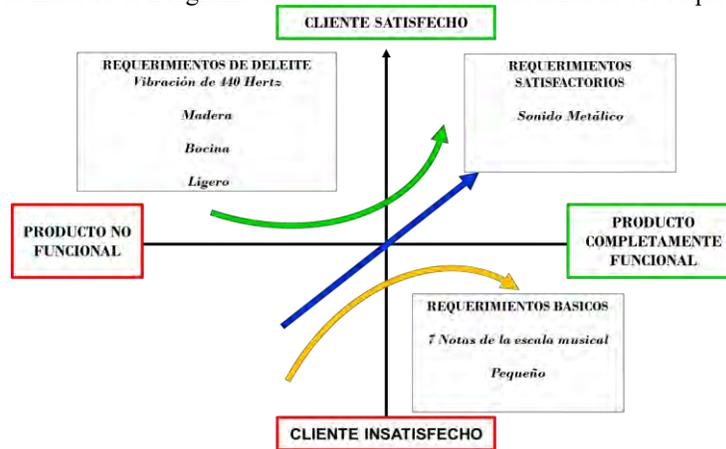


Figura 2. Diagrama De Kano

**Despliegue de la Función de Calidad (QFD)**

Se muestra el Despliegue de la Función de Calidad (QFD) en la figura 3.

NECESIDADES DEL CLIENTE (QUES)	IMPORTANCIA DEL CLIENTE	REQUERIMIENTOS (COMO'S)								COMPETENC	
		Notas musicales	Sonido generado con metal	Capaz de producir de 261 a 494 Hz	Alcance de sonido	Tamaño accesible	Peso	Soporte para sostener tubos	Xilofono	Marimba	
7 Notas de la escala musical	5	9	9	9	9	1	3	3	9	B	B
Sonido metálico	4	3	9	1	1		3	1		D	D
Vibración de 440 Hertz	4	9	9	9	1					B	B
Bocina	3				9					D	D
Pequeño	5					9	9			B	D
Ligero	3		3	1	1	9	9	3		B	D
Material de la base	3				1	3	9	9		B	B
NUESTRA IMPORTANCIA		93	126	88	46	96	126	85			
VALORES META		7 Notas	Cobre	440 Hertz	10m²	15 x 20 cm	0.5 Kg	Madera			
EVALUACIÓN TÉCNICA											

Figura 3. Despliegue De La Función De Calidad

## Conclusiones

Los resultados obtenidos del dispositivo especial para generar sonidos musicales, utilizado como aplicación para esta investigación, se obtienen siete requerimientos generales, de los cuales dos resultan ser básicos u obligatorios, un requerimiento es clasificado como unidimensional o variable, y cuatro son identificados como de deleite. Con esta clasificación se elabora la primera casa de la calidad y se obtienen las características técnicas del producto necesarias para iniciar la segunda casa de la calidad.

De acuerdo a la prueba estadística se concluye que los resultados obtenidos pueden ser utilizados para el siguiente paso del diseño del producto, traduciéndolos en características técnicas a través del despliegue de la función de Calidad o QFD.

## Referencias

- <sup>1</sup>Angulo, J., 2013, "Respuestas múltiples en la investigación educativa: codificación, tabulación y análisis", *Revista de Investigación educativa*, 31 (2), 361-374. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.31.2.164111>
- <sup>2</sup>Corral, Y., 2010, "Diseño de cuestionarios para recolección de datos", *Revista Ciencias de la Educación*. Segunda Etapa Vol. 20 / N° 36 / Valencia, Julio – Diciembre, pp. 5-16.
- <sup>3</sup>Estrada, F., 2008, "Método cuantitativo para interpretar la Calidad Especificada por el Cliente", *ASQ Sección 1429 Juárez*.
- <sup>4</sup>Fong, D., 1996, "Using the Self-Stated Importance Questionnaire to Interpret Kano Questionnaire Results", *Center for Quality of Management Journal*, Vol 5, No. 3 (Winter).
- <sup>5</sup>Garibay, C., Gutierrez, H., Figueroa, A., 2010, "Evaluation of Digital Library by Means of Quality Function Deployment (QFD) and the Kano Model", *The Journal of Academic Librarianship*. Vol.36, pp. 125-132.
- <sup>6</sup>Glenn, D., 1992. "Determining simple size", *University of Florida. IFAS Extension*. pp. 1-4.
- <sup>7</sup>Kano, N., et al., 1984, "Miryokuteki Hinshitsu to atarimae Hinshitsu (1), (2)" ("Calidad atractiva y Calidad obligatoria (1), (2)"). *Quality, JSQC 14*, no.2. *Japanese Society for Quality Control*.
- <sup>8</sup>Lwang, S., Lemeshaw, S., 1991, "Sample size determination in health studies. A practical manual", (article), pp.4-14.
- <sup>9</sup>Lin, L., Yeh, H., Wang, M., 2014, "Integration of Kano's Model into FQFD for Taiwanese Ban-Doh Banquet culture", *Tourism Management*, Vol. 46, pp. 245-262.
- <sup>10</sup>Llinares, C., Page, A., 2011, "Kano's Model in Kansei Engineering to Evaluate Subjective Real Estate Consumer Preferences", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 41, pp. 233-246.
- <sup>11</sup>Sauerwein, E., Bailom, F., Matzler, K., Hinterhuber, H., 1996, "The Kano Model: How to Delight your Customer", *Department of Management*, university of Innsbruck, Vol. 1, pp. 313-327.
- <sup>12</sup>Torrencilla, J., 1999, "2 Identificar las Necesidades del Cliente, su satisfacción como centro de los objetivos de la empresa", *Economía Industrial*, No. 330, pp. 101-112.
- <sup>13</sup>Walden, D., 1993, "Kano's Methods for Understanding Customer-Define Quality", *Center for Quality of Management Journal*, Vol. 2, pp. 3-28.

# ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA APLICACIÓN PARA SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN DEL CURSO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. JUÁREZ

Ing. Claudia Anglés Barrios<sup>1</sup>, Ing. María Eugenia Sánchez Leal<sup>2</sup>, Ing. Isela Mendoza Lozano<sup>3</sup>

## RESUMEN.

Atendiendo la necesidad de mejora del proceso de calidad referente a la Gestión del curso se realizó el análisis y diseño de una aplicación para seguimiento de la Gestión del Curso en el Departamento de Sistemas y Computación del ITCJ.

La aplicación permitirá a los docentes adscritos al departamento recibir notificaciones y alertas sobre las revisiones de seguimiento de curso establecidas durante el semestre.

Además generará una carpeta para cada docente en el cual estos deberán subir los documentos de inicio de curso solicitados de forma electrónica en tiempo y forma, así como los correspondientes a las 3 revisiones programadas durante el semestre en la fecha establecida al inicio del curso. Aquéllos que no cumplan las notificaciones enviadas en tiempo y forma recibirán un mensaje SMS y un email alertando su incumplimiento, tanto para los documentos de inicio como para las revisiones.

El estatus del docente de no liberado cambia hasta el momento que el docente entrega toda la documentación en físico antes de finalizar el semestre, incluyendo reportes finales y proyectos individuales para aquellos docentes que aplica. La aplicación generará las actas de liberación al terminar el proceso para los docentes que hayan cumplido satisfactoriamente.

El análisis y diseño de esta aplicación se realizó utilizando la herramienta de modelado UML para determinar todos los entes que participan, las funciones y procesos que se requieren así como la relación que existe entre ellos. Dicha aplicación permitirá optimizar el proceso de calidad de Gestión del curso y contribuir a la mejora continua, alineado a misión y visión de nuestra institución.

*Palabras claves*—Análisis, Diseño, Gestión del curso, UML, aplicación.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad los Sistemas de Información (SI) y las Tecnologías de Información (TI) constituyen un factor de cambio determinante para el mejoramiento y desarrollo de las operaciones que se realizan en las organizaciones e instituciones. A través de su uso se logran importantes mejoras, pues automatizan los procesos operativos, suministran una plataforma de información necesaria para la toma de decisiones y, lo más importante, su implantación logra ventajas competitivas o reduce la ventaja de los rivales o competidores.

En la presente investigación se expone el análisis y diseño realizado para un sistema de información orientado a automatizar el proceso de Seguimiento de Gestión del Curso de los departamentos adscritos al Instituto Tecnológico de Cd. Juárez (ITCJ). Para lo cual se utilizó la herramienta de modelado Lenguaje de modelado unificado (UML), la cual a través de diagramas gráficos permite describir los entes, procesos y funciones, involucrados en el sistema así como las relaciones que existen entre los mismos.

Dicho análisis y diseño es la base para realizar una solución informática que permita a los docentes adscritos a los diversos departamentos recibir notificaciones y alertas sobre las revisiones de seguimiento de curso establecidas durante el semestre, para eficientar este proceso de calidad y contribuir a la mejora continua.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ITCJ el proceso de Seguimiento de Gestión de curso actualmente no se lleva de forma automatizada lo cual ocasiona que muchos docentes incumplan con dicho proceso el cual es de suma importancia para cumplir con los estándares de calidad establecidos por la institución

---

<sup>1</sup> Ing. Claudia Anglés Barrios es docente del área de sistemas y computación en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez [cangles1@hotmail.com](mailto:cangles1@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ing. María Eugenia Sánchez Leal es docente del área de sistemas y computación en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez [esanchez@itcj.edu.mx](mailto:esanchez@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> Ing. Isela Mendoza Lozano es docente del área de sistemas y computación en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez [imendoza@itcj.edu.mx](mailto:imendoza@itcj.edu.mx)

## JUSTIFICACIÓN

Utilizar aplicaciones de software para mejorar los procesos de calidad de cualquier empresa son un factor fundamental para que las empresas o instituciones logren la mejora continua y posicionarse entre los mejores dentro de las instituciones de educación superior. En nuestro días pensar en realizar estas aplicaciones de software utilizando herramientas de software libre, no solo nos permite lograr esto sino además, lo podemos hacer realizando un mínima inversión que muchas veces es el factor de recurso monetario el que impide a las empresas crecer y posicionarse en lugares privilegiados.

Este proyecto servirá para mejorar el cumplimiento y seguimiento de los procesos académicos, apoyando el proceso interdepartamental de seguimiento y gestión de los cursos impartidos en las carreras adscritas al Departamento de Sistemas y Computación.

El análisis y diseño de esta aplicación podrá contribuir como propuesta al desarrollo e implementación de la misma, dando la oportunidad de mejorar la gestión del curso y los diversos controles de seguimiento para el cumplimiento de la norma ISO, apoyándose en herramientas de software libre que permitan reducir los costos de inversión al desarrollar aplicaciones que cumplan con estándares de calidad.

## OBJETIVO

Analizar y diseñar una aplicación para seguimiento de la Gestión del Curso en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### *Modelo en cascada*

Este enfoque metodológico ordena rigurosamente las etapas del ciclo de vida del software, de forma tal que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la inmediatamente anterior, como se muestra en la Figura 1.

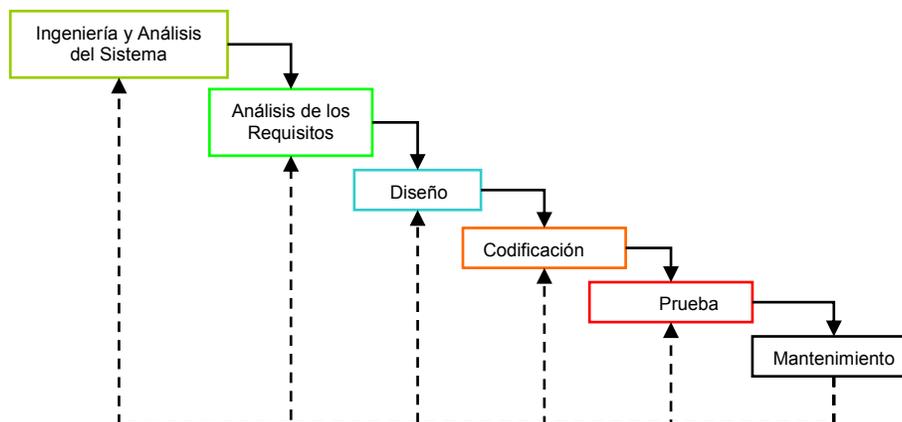


Figura 1. Ciclo de Vida Modelo Cascada

1. **Fase de ingeniería y análisis del sistema.** Debido a que el software es siempre parte de un sistema mayor el trabajo comienza estableciendo los requisitos de todos los elementos del sistema y luego asignando algún subconjunto de estos requisitos al software.
2. **Fase de análisis de los requisitos.** Se analizan las necesidades de los usuarios finales del software a desarrollar para determinar qué objetivos debe cubrir. De esta fase surge una memoria llamada SRD (Documento de Especificación de Requisitos), que contiene la especificación completa de lo que debe hacer el sistema sin entrar en detalles internos. Es importante señalar que en esta etapa se deben verificar todo lo que se requiere en el sistema y será aquello lo que seguirá en las siguientes etapas, ya que no se pueden solicitar nuevos requisitos a mitad del proceso de elaboración del software.
3. **Fase de diseño:** Se descompone y organiza el sistema en elementos que puedan elaborarse por separado, aprovechando las ventajas del desarrollo en equipo. Como resultado surge el SDD (Documento de Diseño del Software), que contiene la descripción de la estructura global del sistema y la especificación de lo que debe hacer cada una de sus partes, así como la manera en que se combinan unas con otras. Se realizan los algoritmos, necesarios para el cumplimiento de los requerimientos del usuario así como también los análisis necesarios para saber que herramientas usar en la etapa de Codificación.
4. **Fase de codificación.** Es la fase de programación propiamente dicha. Aquí se desarrolla el código fuente, haciendo uso de prototipos así como pruebas y ensayos para corregir errores. Dependiendo del

lenguaje de programación y su versión, se crean las librerías y componentes reutilizables dentro del mismo proyecto para hacer que la programación sea un proceso mucho más rápido.

5. **Fase de pruebas.** Los elementos, ya programados, se ensamblan para componer el sistema y se comprueba que funciona correctamente antes de ser implementado. Una vez que se ha generado el código comienza la prueba del programa. La prueba se centra en la lógica interna del software, y en las funciones externas, realizando pruebas que aseguren que la entrada definida produce los resultados que realmente se esperan.
6. **Fase de mantenimiento.** El software obtenido se pone en producción. Es una de las fases finales del proyecto. En el desarrollo surgen cambios, para corregir errores o bien para introducir mejoras. El software puede requerir cambios después de que se entrega al cliente, si se encuentran errores, si existen cambios en el entorno (sistema operativo o dispositivos periféricos), o debido a que el cliente indique nuevos requerimientos funcionales o de rendimiento. (Pressman, 2005)

### Herramientas de Diseño de Modelado

UML es un lenguaje de modelado. Un modelo es una simplificación de la realidad. El objetivo del modelado de un sistema es capturar las partes esenciales del sistema. Para facilitar este modelado, se realiza una abstracción y se plasma en una notación gráfica. Esto se conoce como modelado visual.

El modelado visual permite manejar la complejidad de los sistemas a analizar o diseñar. UML sirve para el modelado completo de sistemas complejos, tanto en el diseño de los sistemas software como para la arquitectura hardware donde se ejecuten.

Entre los objetivos principales de UML están: visualizar, especificar, construir y documentar

Un modelo de UML está compuesto por tres clases de bloques: elementos, relaciones y diagramas.

Un diagrama es la representación gráfica de un conjunto de elementos con sus relaciones. UML incluye los siguientes diagramas:

- **Diagramas de Caso de Uso.-** Modela los requisitos funcionales, diciendo lo que tiene que hacer un sistema y como.  
Plantean escenarios, lo que pasa cuando alguien interactúa con el sistema. Proporcionando un resumen para un objetivo.  
Los actores son papeles que determinadas personas u objetos desempeñan.  
Las líneas que unen los actores con los Casos de Uso (óvalos) representan una asociación de comunicación. La Figura 2 presenta un ejemplo de este tipo de diagrama.



Figura 2. Partes del Diagrama de Caso de Uso.

- **Diagramas de Clases.-** Muestra un resumen del sistema en términos de sus clases y las relaciones entre ellas. Las clases abstractas tienen su nombre en *itálica*. Son interfaces.  
Las relaciones pueden traer asociada una multiplicidad, expresada “en el lado opuesto” de la relación. Resume el número de posibles instancias de una clase asociadas a una única instancia de la clase en el otro extremo, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Multiplicidad en diagramas UML

Multiplicidad	Significado
1	Una única instancia
N / *	N instancias
0..N / 0..*	Entre ninguna y N instancias
1..N / 1..*	Entre una y N instancias
0..1	Ninguna o una instancia
N..M	Entre N y M instancias

- **Diagramas de Objetos.-** Los diagramas de objetos son análogos a los de clases, con la particularidad de que en lugar de encontrar clases, encontramos instancias de éstas. Son útiles para explicar partes pequeñas del modelo en las que hay relaciones complejas

- **Diagramas de Secuencia.**-Muestra la interacción entre los objetos que conforman un sistema. Detalla cómo las operaciones se llevan a cabo en términos de qué mensajes son enviados y cuando (en torno al tiempo).
- **Diagramas de Colaboración.**- Contienen la misma información que los diagramas de secuencia, pero se centran en la responsabilidad de cada objeto en lugar de en el tiempo en que los mensajes son enviados
- **Diagramas de Estados.**- Muestran los posibles estados en que puede encontrarse un objeto y las transiciones que pueden causar un cambio de estado. El estado de un objeto depende de la actividad que esté llevando a cabo o de alguna condición.
- **Diagramas de Actividades.**- Los diagramas de actividades muestran como las actividades fluyen y las dependencias entre ellas
- **Diagramas de Componentes.**- Muestran la organización y dependencias de un conjunto de componentes. Cubren la vista de implementación estática de un sistema.
- **Diagramas de Despliegue.**- Los diagramas de despliegue sirven para modelar la configuración hardware del sistema, mostrando qué nodos lo componen

Los más comunes son los de casos de uso, de clases y de secuencia. (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2007)

### Aplicación

Es un tipo de programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de trabajos, a diferencia de otros tipos de programas, como el software de sistema, software de aplicación y los lenguajes de programación. Una solución informática sirve para la automatización de ciertas tareas complicadas en cualquier organización. (Laudon & Laudon, 2005)

### Gestión del Curso

Es un procedimiento que permite asegurar el cumplimiento de los Planes y programas de estudio establecidos por las instituciones académicas. Es aplicable a todos los docentes que imparten las materias correspondientes a dichos planes y programas cumpliendo en tiempo y forma con las fechas establecidas de seguimiento para la entrega de documentación dictada por los lineamientos de calidad establecidos por los organismos autorizados. (ITCJ, 2015)

## METODOLOGÍA

- Como primer fase se realizó el análisis del contexto de la Gestión del curso basándose en los requerimientos de calidad de la organización
- Se procedió a determinar si el sistema era factible económica, técnica y operacionalmente.
- Se revisó si se contaba con los recursos humanos, de hardware y software
- Se generó el análisis y mitigación de riesgos estableciendo el nivel de prioridad e impacto de los mismos.
- Se realizó el cronograma de actividades para el proyecto.
- Se definieron los entregables.
- Se utilizó la metodología Cascada, seleccionando este modelo, ya que es un proyecto pequeño y están muy bien definidos los requerimientos y funcionalidades del mismo.
- Se efectuó el Modelado del Análisis, basado en Clases utilizando UML: En las Figuras indicadas del 3 al 6 se presenta parte del diseño del sistema.

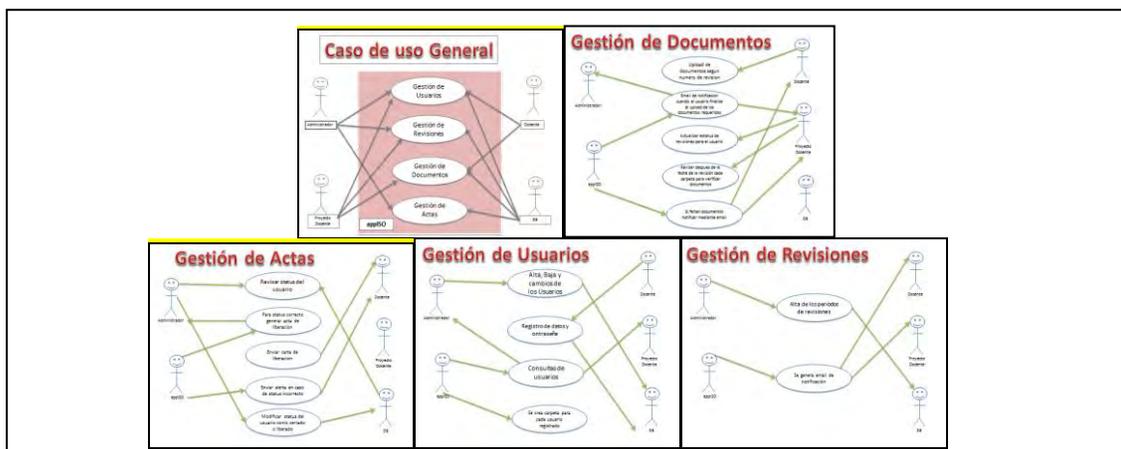


Figura 3. Diagramas de Casos de USO

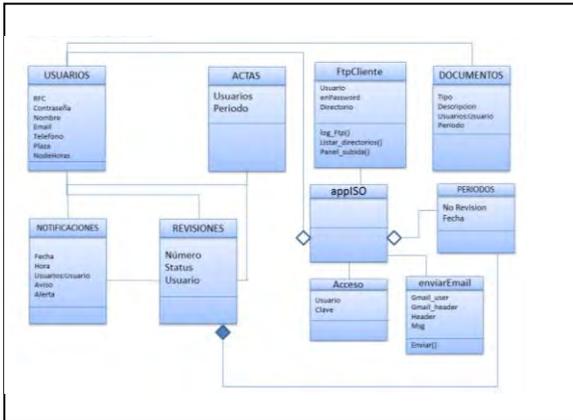


Figura 4. Diagrama de clases

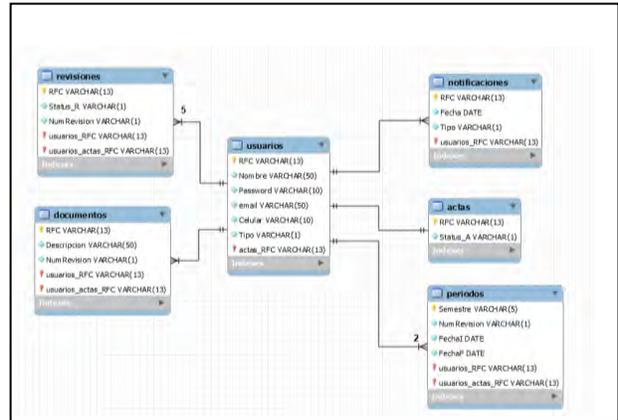


Figura 5. Diagrama de Entidad – Relación

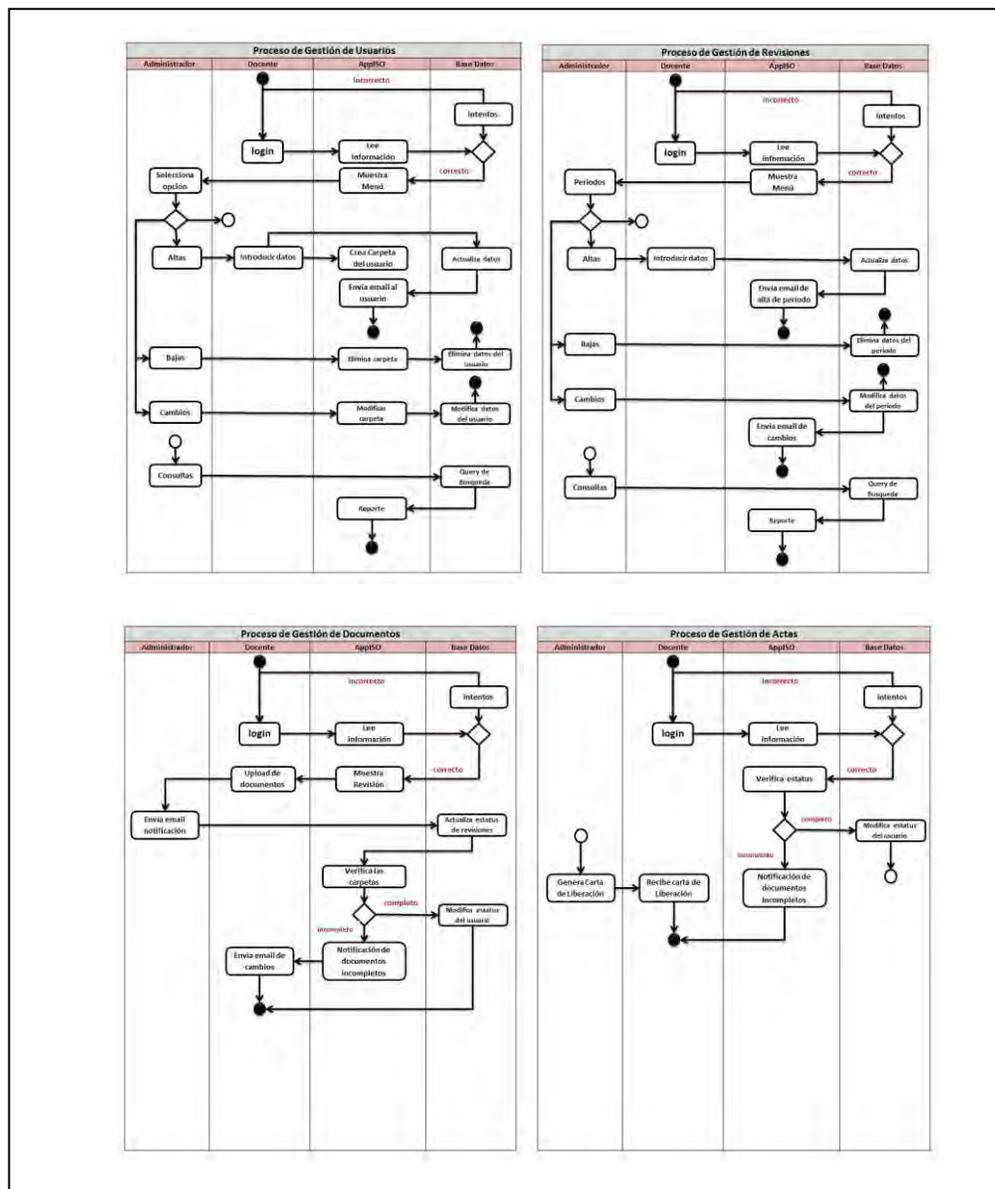


Figura 6. Diagramas de secuencia

- Elaborar un modelo de base de datos relacional que se acomode a los requerimientos de almacenamiento y manipulación de datos de la institución, el cual se muestra en la Figura 5.
- Se procedió al diseño del documento de investigación.
- Por último, la definición de conclusiones y propuestas de proyecto para titulación

La variable del estudio considerada fue la gestión del curso, la investigación fue de tipo aplicada para mejorar el proceso relacionado con la variable de estudio. La naturaleza del estudio fue cualitativa, de carácter no experimental y con apoyo documental.

### RESULTADOS

Los resultados que se esperan obtener es una participación más activa y entusiasta por parte de los docentes que conforman las academias de los diferentes departamentos del ITCJ, favoreciendo con ello el cumplimiento de la norma de calidad ISO en el rubro de gestión del curso.

Despertar el interés del personal involucrado en este tipo de Sistemas de Información, para lograr el desarrollo y la implementación de esta propuesta y fomentar el uso de herramientas de software libre que permitan minimizar costos.

### CONCLUSIONES

Este tipo de sistemas afecta a todo el personal académico del ITCJ y a la institución misma, ayudando a mejorar sus procesos para alcanzar un alto nivel de calidad y competitividad entre las instituciones de educación superior. Además fomenta en el personal académico una participación más entusiasta y comprometida con la institución y el hecho de utilizar software libre permite la optimización de los recursos.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar como referencia el análisis y diseño presentado en esta investigación, para realizar la aplicación de software correspondiente e implementarla dentro de la institución. Con la finalidad de reducir los costos de inversión se proponen utilizar herramientas de software libre como son: Python y MySql

### REFERENCIAS

1. Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2007). *El Lenguaje Unificado de Modelado*. Addison Wesley.
2. ITCJ. (2015). *Documentos de SGC*. Recuperado el 20 de 01 de 2015, de <http://www.itcj.edu.mx/SGCdocumentos/>
3. Laudon, & Laudon, J. P. (2005). *Sistemas de Información Gerencial*.
4. Pressman, R. (2005). *Ingeniería del Software, Un enfoque práctico* (6ta ed.). McGraw-Hill.

# Sistema para la validación de proyectos de Residencia Profesional del Departamento de Sistemas y Computación en el ITI

Ernestina Anguiano Bello M.A.<sup>1</sup>, Anastasio Carrillo Quiroz<sup>2</sup>,  
Javier Taboada Vázquez<sup>3</sup> y F. Javier Ramírez Sandoval<sup>4</sup>.

**Resumen**—El presente trabajo describe el diseño e implementación de un sistema de información con el objeto de validar Proyectos de Residencia Profesional en el departamento de Sistemas y Computación que los alumnos realizan en las diferentes empresas de la región. En base a la información almacenada, el sistema verifica si ya existe algún proyecto haciendo la comparación a través del nombre de la empresa y nombre del anteproyecto, con dos años con anterioridad. También permite la Optimización de la Información, convirtiendo los anteproyectos a proyectos a través de la movilidad de datos.

**Palabras clave**— Sistema de Información, Residencia Profesional, Anteproyectos, Proyectos, Alumnos.

## Introducción

Los proyectos de residencia profesional son una herramienta muy importante en la carrera de un profesionista, porque le permiten adquirir vivencia laboral, aplicar los conocimientos y desarrollar una capacidad analítica, por lo tanto es indispensable llevar un control y administración sobre la información.

Actualmente el Instituto Tecnológico de Iguala no cuenta con una herramienta, específicamente en el departamento de sistemas y computación que le permita realizar esta administración de una manera óptima, el presente trabajo, muestra la planificación, análisis y diseño de un Sistema de Información que realizará esta tarea de administración.

Entendemos por Sistema de Información como un conjunto de componentes relacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización. Contiene información sobre una organización y su entorno. Dentro de este entorno figuran clientes, proveedores, competidores, accionistas y agencias reguladoras que interactúan con la organización y sus sistemas de Información.

Este Sistema de Información está diseñado a nivel administrativo, estos sistemas sirven a las actividades de supervisión, control, toma de decisiones, y administrativas de los gerentes de nivel medio. La pregunta principal que plantean estos sistemas es: ¿Van bien las cosas? Por lo general, este tipo de sistemas proporcionan informes periódicos más que información instantánea de operaciones. Apoyan a las decisiones no rutinarias y tienden a enfocarse en decisiones menos estructuradas para las cuales los requisitos de información no siempre son claros.

## Metodología

La Metodología utilizada en esta investigación fue la Ingeniería de Software, incluye el análisis previo de la situación, el diseño del proyecto, el desarrollo del software, las pruebas necesarias para confirmar su correcto funcionamiento y la implementación del sistema.

Cabe destacar que el proceso de desarrollo de software implica lo que se conoce como Ciclo de Vida del Software, que está formado por cuatro etapas: concepción, elaboración, construcción y transición.

---

<sup>1</sup> Ernestina Anguiano Bello M.A. es docente del Instituto Tecnológico de Iguala, Guerrero, México, [ernestinaa@hotmail.com](mailto:ernestinaa@hotmail.com) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> Anastasio Carrillo Quiroz es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, Guerrero, México, [titulo@hotmail.com](mailto:titulo@hotmail.com)

<sup>3</sup> Javier Taboada Vázquez es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, Guerrero, México, [lord.diavole@gmail.com](mailto:lord.diavole@gmail.com)

<sup>4</sup> F. Javier Ramírez Sandoval es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, Guerrero, México, [fjavier\\_rs@hotmail.com](mailto:fjavier_rs@hotmail.com)

Una vez que se completa este ciclo, entra en juego el mantenimiento del software. Se trata de una fase de esta Ingeniería donde se solucionan los errores descubiertos (muchas veces advertidos por los propios usuarios) y se incorporan actualizaciones para hacer frente a los nuevos requisitos. El proceso de mantenimiento incorpora además nuevos desarrollos, para permitir que el software pueda cumplir con una mayor cantidad de tareas.

Además la Metodología incluyó el uso de la Arquitectura de Sistemas, para determinar y esquematizar la estructura general del proyecto, diagramando su *esqueleto* con un grado relativamente alto de especificidad y señalando los distintos componentes que serán necesarios para llevar a cabo el desarrollo, tales como aplicaciones complementarias y Bases de Datos.

## Desarrollo

Desarrollo del sistema

Entorno de Programación: NetBeans 7.4  
**Servidor de Base de Datos: XAMPP**

**Gestor de Base de Datos: MySQL**

Visión General del Sistema

En la Figura 1 se describen las funciones del Sistema de Información de Residencia Profesional



Figura 1. Esta es la pantalla de inicio del Sistema de Información de Residencia Profesional.

La opción de “Crear una cuenta”, se encuentra en el menú Principal del Sistema Ver Figura 2.



Figura 2. Es usado como su nombre lo indica para crear cuentas para los usuarios, al pulsar su botón aparece la siguiente ventana, donde colocamos el nombre del usuario, su contraseña y su estatus, es decir, si será “Administrador” o solo accederá el Sistema en modo “Invitado”:

Las Consultas se realizan de tres maneras diferentes, donde basta con escoger la forma en que se desea hacer la consulta y pulsar el botón “Buscar”. Se muestra en la figura 3.



Figura 3. Es posible darle clic a cualquier registro y aparece la siguiente pantalla, donde esos 3 botones de verificación “”, “”, “” permiten comparar los datos de los Anteproyectos que contenidos en la Base de Datos, esto para constatar que no existen proyectos similares o en su defecto idénticos a los Anteproyectos que están por ser aceptados por la Academia.

La Figura 4. Muestra como extraer información de la Base de Datos y generar un reporte en formato .pdf, .docx, o en su defecto permite la impresión directa del reporte. Una vez pulsado el botón aparece la siguiente pantalla



Figura 4. Se selecciona si es por carrera, año o empresa, deseamos que se genere el reporte:

Realizamos la búsqueda:



Aparece la siguiente pantalla con el reporte generado, el cuál puede ser impreso directamente o puede ser guardado electrónicamente con la extensión que se desee .PDF, .dock, etc., (Figura 5).

Departamento de Sistemas y Computación						
Reportes Proyectos						
Estudiante	Carrera	Num. de Control	Nombre Proyecto	Empresa	Asesor Externo	Asesor Interno
ROCIO REYES MARTÍNEZ	ISC	08670147	ELABORACIÓN DE AULAS VIRTUALES, LCDS Y SOFTWARE EDUCATIVO DEL C.B.T.I.S. NO. 56	CENTRO DE BACHILLE RATO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS NO. 56	M.C. VICTOR MANUEL JACOBO ADAN	
FRANCISCO JAVIER BUSTOS AGUIRRE	ISC	8670188	DISEÑO DE UNA PAGINA WEB DINÁMICA	ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA "MI PATRIA ES PRIMERO"	M.C. ULISES LOPEZ ESTRADA	
SEGIO GUZMÁN ROA (JONNY CAMARGO)	ISC	07670311 (08670156)	SISTEMA DE CONTROL BIBLIOTECA DEL	COLEGIO DE BACHILLE RES.	LIC. MAURICIO FLORES SAavedra	

Figura 5.

## Resultados

Los resultados obtenidos en este proyecto muestran que después de haberse aplicado el Sistema de Información para realizar el análisis de los Anteproyectos de Residencia Profesional por la Presidenta de la Academia, efectivamente se obtuvo una mejor validación de la Información y se facilitó la comparación de esta Información, por lo que fue bastante práctico el revisar en la Base de Datos los Proyectos realizados en años anteriores, para que a partir de estos resultados definir que Anteproyectos eran factibles de realizarse en el semestre en curso, esto con la idea de evitar la aceptación de Anteproyectos que fueron realizados con anterioridad.

En la figura 6 se realiza la consulta por empresa de los Proyectos realizados para el C.B.T.I.S NO. 56, a partir de esta consulta fue más fácil ubicar cuales son los Proyectos realizados en esta Institución con la idea de obtener todos los resultados existentes, para a partir de aquí verificar el nombre del proyecto, la carrera del alumno que lo realizo, el año y por su puesto las actividades que se realizaron, para verificar el periodo de vida del proyecto o en su defecto que los Anteproyectos que necesitaban aprobación para realizarse no estuvieran siendo usados de manera repetida para hacerse este semestre de Agosto – Diciembre 2014.



Figura 6. Consulta de proyectos.

## Conclusiones

Con la implementación del sistema de validación de Proyectos de Residencia Profesional existe un mejor control y organización en relación a la captura de los anteproyectos, así como también detecta con facilidad aquellos proyectos que son muy similares lo que permite que no exista duplicidad de proyectos.

## Referencias

Roger S.P. "Ingeniería del Software". Un enfoque práctico. Madrid, España (2001).

Henry F.K. "Ingeniería del Software". Segunda Edición. Ed. Mc. Graw Hill.

Roger S. P. "Enciclopedia de Computación". Cuarta Edición. Ed. Mc Graw Hill.

Java. (2010). Obtenida el 10 de Diciembre de 2013. <http://todoenjava.blogspot.mx/2013/02/conexion-base-de-datos-mysql-con-jdbc.html>

Pharalax. (2011). Obtenida el 10 de Diciembre de 2013. <http://pharalax.com/blog/java-y-netbeans-ii-conexion-con-java-y-mysql/>

Ingeniería de Software. (2002). Obtenida el 10 de Diciembre de 2013. <http://definicion.de/ingenieria-de-software/>

Ciclo de Vida. (2002). Obtenida el 11 de Diciembre. <http://www.slideshare.net/FSILSCA/ciclo-de-vida-6700105>

### Notas Bibliográficas

**La M.A. Ernestina Anguiano Bello** es profesora del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios de postgrado en Administración en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en México, ha publicado artículos en el Journal de Villahermosa y de Chiapas con alumnos y docentes.

**El M.C. Anastacio Carrillo Quiroz** es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios de postgrado en el Instituto Tecnológico de Toluca, estado de México, ha publicado artículos en el journal de Villa Hermosa con alumnos y con docentes.

**El I.S.C Javier Taboada Vázquez** es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios en el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos, ha publicado artículos en el Journal de Chiapas con alumnos y docentes.

**El I.S.C. Francisco Javier Ramírez Sandoval** es profesor del Instituto Tecnológico de Iguala, estado de Guerrero, México, terminó sus estudios en el Tecnológico de la Laguna, Torreón Coahuila ha publicado artículos en el Journal de Chiapas con alumnos.

# Medición del Conocimiento Previo y sus Variantes que Influyen en el Aprendizaje

M.S.M. Luis Hernán Arellano Ulloa<sup>1</sup>, M.C. Gerónimo Mendoza Meráz<sup>2</sup> y  
Dra. Ana Cecilia Villarreal Ballesteros<sup>3</sup>

**Resumen**—El conocimiento previo resulta ser la variable que determina en mayor proporción el aprendizaje de un estudiante. La investigación consiste en el desarrollo de un instrumento que ayude a determinar las cualidades del conocimiento previo y su resultado en el aprendizaje. Se desarrollan dos instrumentos, uno que emplea la solución de un problema y que requiere de un desarrollo de un procedimiento por parte del estudiante y otro que solicita a los estudiantes identificar los errores en el procedimiento de un problema que ya se encuentra resuelto. En esta primera prueba del estudio. La principal dificultad fue la medición del conocimiento que en ocasiones el estudiante no externa, por lo que se procede con un análisis cualitativo de los resultados para establecer los cambios necesarios en el instrumento y realizar una investigación posterior.

**Palabras clave**—Conocimiento Previo, Aprendizaje, Medición, Instrumento, Misconceptions.

## Introducción

Existe una gran variedad de factores que han sido asociados como influyentes o determinantes del aprendizaje. Por citar algunos ejemplos: el conocimiento previo (Ausubel, Novak, y Hanesian, 2006; Dochy, 1991; Dochy y Alexander, 1995; Dochy y Segers, 2014; Hailikari, 2009; Hattie, 2009; Sagastizabal, Perlo, Pivetta y San Martín, 2009; Thompson y Zamboanga, 2004), las características sociales (Tinto, 1992), las características culturales (Sagastizabal et al., 2009), los atributos básicos del individuo como el sexo y la raza (Hattie, 2009; Tinto, 1992), la intención, los propósitos o los intereses (Dochy y Segers, 2014; Hattie, 2009), el compromiso (Hattie, 2009; Tinto, 1992), la motivación intrínseca o extrínseca (Hattie, 2009), los factores económicos (Tinto, 1992), la autoeficacia (Bandura, 1997), el estrés y la ansiedad (Hattie, 2009), la capacidad de comunicarse y socializar (Porter, 2008), la personalidad (Porter, 2008), las emociones (Kleres, 2010), el tiempo dedicado al estudio (Dochy y Segers, 2014; Grouws y Cebulla, 2000), las estrategias de aprendizaje, la claridad del material de estudio, el conocimiento metacognitivo, el desempeño académico previo (Dochy y Segers, 2014) entre muchos otros factores que han sido estudiados.

Dochy hace referencia a Schmidt (1987), quién consideraba que las variables que más influyen en el aprendizaje son el conocimiento previo, la calidad de la instrucción, la motivación, el tiempo de estudio y las estrategias de estudio, en donde el conocimiento previo, es el mayor contribuyente de todos los mencionados anteriormente. Por esta razón se seleccionó esta variable como foco central del estudio.

Se define como conocimiento previo el conocimiento relevante que tiene un estudiante sobre un objeto o tema y este conocimiento es adquirido antes del proceso de aprendizaje (Ausubel, 1968). Ausubel, Novak y Hanesian (2006) mencionan: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría que es este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averigüese esto, y enséñese consecuentemente”. Dochy y Alexander (1995) mencionan que el conocimiento previo tiene la propiedad de disponibilidad o capacidad de ser recuperado y/o reconstruido, está organizado en un esquema estructurado, es en cierto grado transferible o aplicable en otras actividades de aprendizaje y es de naturaleza dinámica, es decir, que constantemente se modifica. Esto nos lleva a pensar que el conocimiento no sólo varía de un individuo a otro, sino que también en un solo sujeto en distintos tiempos.

## Descripción del Método

Durante el desarrollo de la investigación sobre el conocimiento previo como variable, se encontró con la dificultad de identificar uniformidad en los términos y clasificaciones que existen para definir el conocimiento previo. Distintos autores e incluso un mismo autor, utiliza varios términos para referirse a lo que pareciera ser una misma variable. Porter (2008) indica al menos la importancia de realizar una distinción entre información,

<sup>1</sup> M.S.M. Luis Hernán Arellano Ulloa es Profesor de Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Chihuahua, México.

[lharellano@itch.edu.mx](mailto:lharellano@itch.edu.mx)

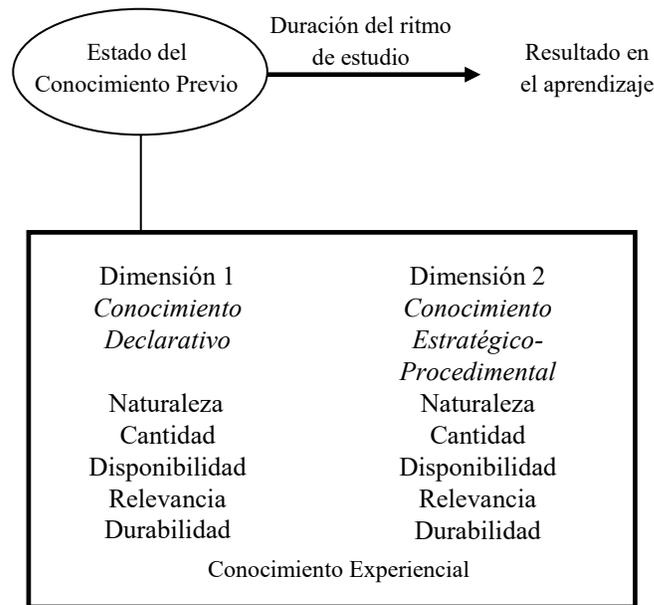
<sup>2</sup> M.C. Gerónimo Mendoza Meráz es Profesor en el Doctorado en Educación en la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. [mendozameraz@yahoo.com](mailto:mendozameraz@yahoo.com)

<sup>3</sup> Dra. Ana Cecilia Villarreal Ballesteros es Profesora en el Doctorado en Educación en la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. [anavilla0224@gmail.com](mailto:anavilla0224@gmail.com)

conocimiento y sabiduría. El autor define la información como contenidos meramente descriptivos y sin reflexión, el conocimiento previo como una asociación de conocimientos ya existentes en la memoria del sujeto y la sabiduría como la capacidad de discriminar entre información útil, de la información irrelevante y la capacidad de transformar esa información y aplicarla en algo más.

Una vez distinguidas estas diferencias se procede con analizar las terminologías que se utilizan para clasificar el conocimiento previo. Conforme se avanzó en la investigación, se logró discernir que algunas de estas terminologías que parecieran referirse a lo mismo, no lo hacen, sino que hablan de distintos términos que tratan de clasificar una variable que resulta ser mucho más compleja de lo esperado.

Dochy (1991) realizó una distinción de algunas de las cualidades inherentes del conocimiento previo (figura 1).



**Figura 1.** El Conocimiento Previo: sus dimensiones y cualidades inherentes (Dochy, 1991).

Las dimensiones del conocimiento son la declarativa que se relaciona a ideas y conceptos, y la estratégica-procedimental que se refiere al conocimiento de acciones, procesos y procedimientos. Cada una de estas dimensiones tiene cualidades inherentes que se describen a continuación:

Naturaleza.- Se refiere a la observabilidad del conocimiento previo puesto que se puede encontrar de manera explícita o de manera tácita. El conocimiento de naturaleza explícita se puede observar con facilidad, por otra parte, el conocimiento tácito no se externa por el sujeto claramente o no se puede observar.

Cantidad.- Como individuos nuestro conocimiento varía en volumen y en la forma en que fue organizada y almacenada dicha información. El conocimiento previo contiene información que puede ser incompleto, es decir, partes del conocimiento previo son correctas pero no se encuentran en su totalidad. Ese conocimiento también puede tener concepciones erróneas o concepciones incorrectas que pueden interferir con el proceso de aprendizaje.

Disponibilidad.- El conocimiento previo puede estar listo para ser utilizado o no, por ejemplo, dependiendo de la instrucción que se utilice, esta puede permitir al individuo recordar o recuperar ese conocimiento, confundirlo o simplemente no producir ningún efecto.

Relevancia.- La importancia de la información existente en la memoria del sujeto respecto a los objetivos de aprendizaje.

Durabilidad.- La retención de la información y su permanencia a lo largo del tiempo.

Una vez identificadas las cualidades inherentes del conocimiento previo, se determinaron las que se desea medir y relacionar con el desempeño académico. Se eligieron las cualidades relacionadas a la cantidad, donde se plantearon cuatro principales: los conocimientos correctos-completos, los conocimientos incompletos, los conocimientos incorrectos o misconceptions y los conocimientos nulos, a continuación se describen brevemente los tipos de conocimientos previos según su cantidad.

El Conocimiento Correcto es información, operaciones y/o estructuras relacionales que son congruentes con el conocimiento científico o con las definiciones planteadas en clase durante el proceso de enseñanza-aprendizaje

El Conocimiento Incompleto se refiere a la existencia de conocimientos que pueden ser términos, definiciones, conceptos y/o procedimientos que al ser conjugados, forman otro conocimiento de orden superior. Cuando estas partes del conocimiento previo son correctas pero no están completas, al conocimiento de orden superior se le considera como un conocimiento incompleto (Dochy, 1991).

El Conocimiento Incorrecto también conocido como misconception, errores de concepto, conocimiento erróneo, naïve conceptions o alternative conceptions, son características que conforman el conocimiento previo de los estudiantes que se consideran como creencias incongruentes con la ciencia (Rebich y Gautier, 2005).

El Conocimiento Nulo es la carencia o ausencia de conocimiento previo necesario relacionado a algún tema en particular (Christen y Murphy, 1991). Se debe tener particular precaución en distinguir si el conocimiento en el estudiante no se identifica, puesto que el conocimiento previo puede ser que no se haya observado debido a que el conocimiento es nulo o puede ser que se deba a que el conocimiento no se externó, en otras palabras, es un conocimiento tácito.

Realizada esta clasificación de la variable y su definición, se procedió con el desarrollo del instrumento para evaluar el conocimiento previo del sujeto. Los conocimientos previos son medidos principalmente por medio de pretests, los cuales se utilizan antes de realizar un experimento. Dochy (1988) menciona estos posibles instrumentos para medir el estado del conocimiento previo del estudiante:

1. El examen de una disciplina específica o examen de estado del conocimiento, el cual se emplea cuando se finalizó un curso y se desea saber lo aprendido de ese curso, aplicando la evaluación en un curso posterior.
2. El examen de requisitos óptimos de estado del conocimiento, donde son evaluados los conocimientos necesarios para poder llevar un curso de manera fluida y entendible, estos conocimientos son conocidos también como prerrequisitos
3. El procedimiento para el análisis de error, en donde se identifican los errores de procedimiento de un estudiante, planteándole un problema en el que el estudiante desarrolla un proceso de solución del mismo y es ahí donde se pueden observar sus errores.

Los instrumentos que se consideraron viables para esta investigación y para medir las cantidades de conocimiento previo fueron dos: uno que solicitara la solución de un problema y uno de detección de errores por parte del estudiante. El instrumento para la solución de un problema relacionado al tema de las fuerzas electrostáticas en electricidad y magnetismo incluye una descripción del problema y un diagrama de las cargas involucradas; se pide a los estudiantes resolver el problema sin indicársele fórmulas requeridas para la solución ni procedimiento. El segundo instrumento incluye el mismo problema pero a diferencia del primer instrumento, éste incluye desarrollado para la solución del problema todo el procedimiento. Además incluye en cada uno de los pasos, errores de planteamiento insertados intencionalmente que deben de ser identificados y remarcados por el estudiante. Para cada error identificado (de los 15 en total en el instrumento) se le solicitó al estudiante redactar una breve explicación que indique la razón por la que considera que ese paso contiene un error.

Se seleccionó como muestra un grupo de 32 estudiantes de primero a cuarto semestre de Ingeniería Electromecánica, Eléctrica y Química del Instituto Tecnológico de Chihuahua. Los participantes tenían edades entre 18 y 21 años, 6 mujeres y 26 hombres. Entre ellos 5 de los hombres estaban cursando la materia de electricidad y magnetismo por primera vez. El estudio fue realizado durante el periodo del semestre enero-junio del 2014.

### **Resultados y Conclusiones**

En el análisis de esta investigación preliminar, se pudo observar que los estudiantes que no han cursado la materia, difícilmente recuperan algún conocimiento para aplicarlo en el primer instrumento, el cual solicita la solución total del problema, esto se debe a que el tema no les es familiar. En este caso, el primer instrumento requiere de modificaciones para la obtención de información útil sobre sus conocimientos previos.

En relación al segundo instrumento se pudo obtener un análisis cualitativo, a continuación se mencionan algunas de las principales observaciones que surgen a partir de los resultados arrojados por los estudiantes.

Existen situaciones que a partir de un error de concepción llegan a una respuesta correcta, pero esto sólo se observó en dos reactivos de individuos distintos. También existen relaciones en la memoria del estudiante que asocian conceptos o temas que no tienen relación en la realidad o que no tienen una aparente relación, debido a que son asociaciones muy particulares del sujeto. Estas asociaciones en ocasiones no siempre producen un efecto en el resultado de interpretar el nuevo conocimiento, pero también existen casos en donde estas asociaciones producen un error.

Dos estudiantes dejaron en blanco el instrumento, pero esto no es señal de que no tengan conocimientos previos que puedan asociar al tema. No se puede afirmar con certeza que los estudiantes tienen conocimiento nulo, como se mencionó anteriormente, este problema de medición del conocimiento no observado o que no produjo ninguna respuesta en el estudiante, puede ser un conocimiento tácito en la memoria del sujeto.

Uno de los reactivos requiere de ser clarificado o eliminado porque no ayudó a discernir cual era la causa de que el estudiante externara alguna expresión debido a que no se podía distinguir si el conocimiento era erróneo, incompleto o nulo.

Existen gran cantidad de problemas por ejercicios de reactivos que son procedimentales, en donde se requiere de tener un conocimiento correcto asociado a otro en secuencia, como en una conexión en serie en circuitos eléctricos, si uno de los elementos falla, los demás dejan de funcionar. Es complejo determinar si el conocimiento posterior de la secuencia falló debido a que no existía conocimiento en ese conocimiento evaluado o si el error se presenta a causa de una falla anterior. Por lo que se requiere de rediseñar el instrumento de manera que se puedan observar los conocimientos procedimentales y sus cualidades inherentes.

Los estudiantes que están cursando la materia mostraron mayor cantidad de aciertos en comparación con los estudiantes que no la han cursado. Esto es muy evidente, puesto que los estudiantes que están cursando la materia ya han sido expuestos a información que les aporta a su conocimiento y esto ayuda a asociar sus conocimientos previos con el nuevo conocimiento, y así, llegar a mayor cantidad de respuestas correctas. Lo interesante sucede con los conocimientos incorrectos, al dar un vistazo en éstos, los estudiantes que están cursando la materia, se observa que no hay gran diferencia en comparación con los estudiantes que no han llevado la materia. Los estudiantes que mostraron tener mayor cantidad de errores de concepción, no tuvieron el peor desempeño académico.

Esta afirmación nos lleva a confirmar lo que mencionaron Periago y Bohigas (2005) y Kornell, Rawson y Jacobs (2014) quienes indican que quizás el aspecto más preocupante de las ideas previas no sea su existencia ya sea incorrecta o acertada, sino su persistencia, esto quiere decir, que lo importante es que el estudiante recupere alguna información y no es relevante si el conocimiento es correcto o no, puesto que a partir de esa información, el estudiante podrá modificar sus conocimientos. Confirmamos entonces también que los errores de concepción persisten a pesar de una instrucción dada por el maestro, es decir, que las ideas previas en ocasiones causan conflicto con la nueva información, aún después de la instrucción del profesor.

El 90% de los estudiantes que respondieron al instrumento, mostraron al menos 4 indicios de conocimiento previo como cualidades inherentes: conocimiento correcto, error de concepción y/o conocimiento incompleto. 47% de los estudiantes que respondieron al instrumento, mostraron al menos un conocimiento correcto, un conocimiento incorrecto y un conocimiento incompleto, esto confirma que las distintas cualidades inherentes del conocimiento previo varían de un sujeto a otro.

El 50% de los estudiantes, no mostraron ningún conocimiento incorrecto, pero de ese 50% de los estudiantes que no mostraron ningún conocimiento incorrecto, la mitad no contestó más de las dos terceras partes del instrumento, posiblemente debido a falta de interés o a falta de comprensión del instrumento y de las instrucciones. Por lo que se presentaron en ocasiones dificultades para discernir qué cualidad inherente del conocimiento previo poseía el estudiante. En al menos un reactivo del segundo instrumento los estudiantes no remarcaron nada, es decir, no hubo algún estudiante que identificara todos los errores, pero al menos los errores de cada reactivo si fueron identificados por un estudiante. Esto puede deberse a alguna fuga visual de los estudiantes, puesto que el ser humano tiende a ser aproximadamente un 85% efectivo en la detección de errores. También puede ser debido a la existencia de conocimiento incompleto o un conocimiento nulo en reactivos en particular, para estudiantes diferentes.

Es necesario realizar una mejora en la clasificación de estos conocimientos para poder interpretarlos y elaborar nuevos instrumentos de medición del conocimiento previo. Los instrumentos deben distinguir conocimientos previos relacionados a procedimientos y a conceptos, es decir el conocimiento procedimental y el conocimiento declarativo.

Por el momento no se pudo realizar una correlación para determinar con claridad, cuál de las cualidades inherentes influye en mayor proporción sobre el aprendizaje, ya sea, facilitando este proceso o dificultándolo.

### **Recomendaciones**

Se recomienda dar seguimiento a esta variable y establecer criterios que nos ayuden a evaluar el conocimiento previo, ya que es evidente su influencia en el proceso de aprendizaje. Se sugiere tener particular precaución en la definición de cada uno de los conocimientos previos para poder realizar un instrumento que pueda medirlos con efectividad.

La variable conocimiento previo es una variable inferida y dinámica que debe de ser estudiada con múltiples instrumentos, no con uno solo. Los resultados en las mediciones pueden verse afectados por ese dinamismo del conocimiento de los estudiantes y por ende, la confiabilidad del estudio es un reto, ya que obtener los mismos resultados en el mismo sujeto pero en distintos tiempos es complejo, por lo que se deben establecer modelos

dinámicos que se adaptan a esa característica del conocimiento previo. También el instrumento de medición debe de asegurar que se mida, exactamente lo que se desea medir, es decir, que el instrumento sea válido. Los instrumentos de opción múltiple que evalúan el conocimiento previo, son una opción viable para identificar las distintas cualidades de esta variable de estudio, pero a su vez, tienen la debilidad de permitir al estudiante realizar inferencias y llegar a la respuesta correcta sin tener dominio del tema evaluado.

Además, existen muchas clasificaciones del conocimiento según sus cualidades, sus estados, su naturaleza y sus efectos, por lo que se sugiere conocer a profundidad lo que se ha establecido de esta variable. Existen conocimientos que se encuentran en distintos estados como es el caso del conocimiento declarativo, el procedimental, el contextual y el estructural, según un mapa realizado por la Universidad de Carnegie Mellon. Además de considerar los efectos del conocimiento previo que son el de facilitar o el de dificultar y cuáles de las cualidades inherentes son las que producen este efecto. Debemos tener particular atención en que el conocimiento previo, al ser una variable inferida, no puede ser medido de maneja directa, lo que nos lleva a depender de lo que el sujeto externe, por lo que los instrumentos deben de ser elaborados muy minuciosamente y deben de contener las instrucciones apropiadas para evitar resultados erróneos e interpretarlos de manera inapropiada.

### Referencias

- Alexander, P. y Judy, J. "The Interaction of Domain-Specific and Strategic Knowledge in Academic Performance". *Review of Educational Research*, Vol. 58, No. 4. 1988.
- Alexander, P., Shallert, D. y Hare, V. "Coming to terms: How researchers in learning and literacy talk about knowledge". *Review of Educational Research*, Vol. 61 No.3, 1991.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. "*Psicología Educativa: un punto de vista cognitivo*". Editorial Trillas, México, D.F., 2006.
- Christen, W. y Murphy, T. "Increasing comprehension by activating prior knowledge". ERIC Digest. 1991.
- Dochy, F.J. R. C. "Effects of prior knowledge on study results and learning processes: Theoretical approaches and empirical evidence". Chapter 2, 1991.
- Dochy, F. J. R. C. y Alexander, P. "Mapping Prior Knowledge: A Framework for Discussion among Researchers". *European Journal of Psychology of Education*, Vol.10, No.3, 1995.
- Dochy, F. y Segers, M. "The Relation Between Assessment Practices and Outcomes of Prior Knowledge Studies". *Journal of Educational Psychology*. 2014
- Grouws y Cebulla. "*Improving student achievement in mathematics*". International Academy of Education. Disponible en: <http://www.ibe.unesco.org>
- Hailikari, T. "Assessing University Students' Prior Knowledge: Implications for Theory and Practice". University of Helsinki, Department of Education Research Report, 2009.
- Hattie, J. (2009). "*Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*". Routledge, Taylor & Francis Group, London and New York. 2009.
- Kleres, J. "Emotions and Narrative Analysis: A Methodological Approach". Blackwell Publishing Ltd. 2010.
- Porter, L. "*Imaginación y Educación: Complejidad y lentitud en el aprendizaje del diseño*". Ciudad Juárez, Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2008.
- Rebich, S. y Gautier, C. "Concept Mapping to Reveal Prior Knowledge". *Journal of Geoscience Education*, Vol.53, No.4, 2005.
- Sagastizabal, M., Perlo, C., Pivetta, B. y San Martín, P. "*Aprender a enseñar en contextos complejos: Multiculturalidad, diversidad y fragmentación*". Noveduc, Buenos Aires-México, 2009.
- Thompson, R. y Zamboanga, B. "Academic Aptitude and Prior Knowledge as Predictors of Student Achievement in Introduction to Psychology". *Journal of Educational Psychology*. Vol. 96, No. 4, 2004. DOI: 10.1037/0022-0663.96.4.778.
- Tinto, V. "*El abandono de los estudios superiores: una nueva perspectiva de las causas de abandono y su tratamiento*". Cuadernos de planeación universitaria, 3ra época, año 6, no.2. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) Versión en español de la obra en inglés titulada: Leaving College. Rethinking the causes and cures of student attrition. University the Chicago press. Chicago, Illinois, 1992.

APENDICE

1er instrumento utilizado en la investigación

Nombre \_\_\_\_\_  
Semestre en el que se encuentra: \_\_\_\_\_ Carrera: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Cursó la materia de electricidad y magnetismo: SI \_\_\_ NO \_\_\_  
En el caso de haber cursado la materia de electricidad y magnetismo, acreditó: SI \_\_\_ NO \_\_\_  
Está en curso de: repetición \_\_\_ otra, explique: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Cuatro cargas eléctricas puntuales se encuentran en un arreglo rectangular. Determine la magnitud y dirección de la fuerza eléctrica resultante en la carga “q<sub>1</sub>” ejercida por las otras tres cargas.

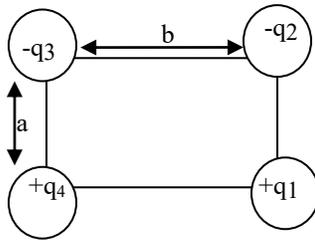
a= 7cm    b=10cm

q<sub>1</sub>= 2 μC

q<sub>2</sub>= 3 μC

q<sub>3</sub>= 5 μC

q<sub>4</sub>= 10 μC



2do instrumento (ejemplo de uno de los reactivos)

Paso 1:

F<sub>21</sub>= Fuerza ejercida por la carga 2 sobre la carga 1, la cual es repulsiva debido a que son cargas de signo opuesto.

F<sub>31</sub>= No existe fuerza ejercida por la carga 3 sobre la carga 1.

F<sub>41</sub>= Fuerza ejercida por la carga 4 sobre la carga 1, la cual es repulsiva debido a que son cargas del mismo signo.

En este paso, los reactivos con errores, son la redacción de la fuerza F<sub>21</sub> y la fuerza F<sub>31</sub>, en donde se aprecian las fuerzas que se requiere calcular y el error identificable por el estudiante es que la fuerza F<sub>21</sub> es atractiva y la fuerza F<sub>31</sub> que también es atractiva puesto que las cargas son de signos opuestos.

## Oportunidades de mejora para el seguimiento a egresados

Ing. Luz Gabriela Armendáriz López<sup>1</sup>, Dra. Martha-Patricia García Martínez<sup>2</sup>,  
M.C.I.I. Rosa María Amaya Toral<sup>3</sup>

**Resumen**— Hacer seguimiento de egresados es una obligación en instituciones de educación superior, porque fortalece la calidad académica y permite diseñar el futuro de la Institución. Este proceso enfrenta obstáculos que no permiten hacer el seguimiento al cien por ciento de los egresados, además la información que se logra obtener de ellos no siempre está disponible para consultarse, ni hay estadísticas completas ni es en tiempo real. Esto motivó a llevar a cabo un estudio en instituciones de educación superior, con el objetivo de conocer los obstáculos que originan la pérdida de la comunicación con el egresado utilizando la herramienta DMAIC de la metodología Seis Sigma y con ello desarrollar una nueva metodología que garantice la recolección, almacenamiento, procesamiento y mantenibilidad de datos confiables de alumnos egresados del ITCH II. La investigación está en progreso y se presentan resultados preliminares de una encuesta realizada donde se analizan las oportunidades de mejora para el logro del objetivo.

**Palabras clave**—Seguimiento a egresados, planes de estudio, DMAIC

### Introducción

El seguimiento de egresados es un proceso que puede definirse como el estudio que permite conocer el desempeño y desarrollo profesional de los egresados y es este estudio el que le permite a los centros de educación mejorar y actualizar de manera permanente los planes y programas de estudio, además de que constituyen una herramienta básica para definir las políticas de desarrollo institucional en los niveles estatal, regional e incluso nacional (Guzmán Silva et al., 2008). Asimismo permite conocer las tendencias de la industria, de las organizaciones sociales y gubernamentales, las nuevas tecnologías y las nuevas metodologías con que se toman decisiones y se resuelven problemas hoy en día (Hernández et al., 2012). Las normatividades que marcan tanto la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el propio Tecnológico Nacional de México (TNM) es hacer el seguimiento a egresados como una obligación, porque permitirá obtener información pertinente para comparar el desempeño de los egresados de las distintas instituciones, para efectos de evaluar y retroalimentar los programas educativos y de investigación.

Sin embargo hay obstáculos que no permiten hacer el seguimiento al cien por ciento de los alumnos que egresan, estos obstáculos se dividen en dos vertientes: una los egresados y otra las instituciones. Con relación a los egresados: éstos no consideran que sea útil seguir en contacto con la escuela, no confían en que la información otorgada pueda ser valorada porque piensan que sus opiniones no se toman en cuenta. Con relación a las Instituciones: la poca información que se tiene muchas veces no puede ser consultada por docentes o áreas académicas, las estadísticas no están completas y no son en tiempo real. La pregunta que se hace es: si la información sobre el seguimiento a egresados es tan valiosa, ¿por qué no se le da la importancia que merece? Esto motivó a llevar a cabo un estudio en instituciones de educación superior, con el objetivo de conocer los obstáculos que originan la pérdida de la comunicación con el egresado utilizando la herramienta DMAIC de Seis Sigma, y con ello desarrollar una metodología que garantice la recolección, almacenamiento, procesamiento, mantenibilidad y publicación de datos confiables de alumnos egresados del Instituto Tecnológico de Chihuahua II. La investigación está en progreso y aquí se presentan resultados preliminares de una revisión a la literatura y al estado del arte y a una encuesta realizada donde se analizan las oportunidades de mejora para el logro del objetivo.

### Descripción del Método

La metodología utilizada en este estudio se refiere a una investigación de campo, clasificada del tipo cualitativa y cuyo motivo es exploratorio. La estrategia para la recolección de datos que se utiliza es la aplicación de un cuestionario diseñado por el IPN (Guzmán et al., 2008), el cual ha sido re-estructurado para adecuarlo a las necesidades de este estudio y tiene como objetivo el autodiagnóstico de la institución para conocer el grado de

<sup>1</sup> Luz Gabriela Armendáriz López es Ingeniero Industrial y alumna de la Maestría en Ingeniería Industrial del ITCH II, además es Profesora del Depto. de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Chihuahua II.

<sup>2</sup> Martha-Patricia García Martínez, es Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Navarra (España) y Profesora de Posgrado de la Maestría en Ingeniería de Industrial del Instituto Tecnológico de Chihuahua II. [patytec2@yahoo.com](mailto:patytec2@yahoo.com).

<sup>3</sup> Rosa María Amaya Toral. Maestra en Ciencias en Ingeniería Industrial y Profesora de Posgrado de la Maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Chihuahua II.

cumplimiento en este proceso. El tamaño de la muestra ha sido determinada por los investigadores de manera aleatoria, por lo que las instituciones participantes comprenden dos secciones: una a los Institutos Tecnológicos adscritos al Tecnológico Nacional de México y otra a Universidades de reconocido prestigio del país. La investigación es parte de una tesis de maestría y cabe mencionar que a la fecha el estudio se encuentra en la fase de aplicación de las encuestas.

### **Planteamiento del problema**

El seguimiento a egresados en el ITCH II está sustentado en un documento denominado “Instrumento de las disposiciones técnicas y administrativas para el seguimiento de egresados”, versión 2.0 de fecha 2008, elaborado por la extinta Dirección General de Educación Superior (DGEST) de la SEP. Dicho documento marca un procedimiento que a la fecha y con el cambio de la DGEST a Tecnológico Nacional de México (TNM) ha quedado obsoleto. Además dicho procedimiento no consideró de manera específica una metodología accesible que garantizará la captura de información confiable en tiempo real. Por tal motivo, y considerando los 27 años que tiene de fundada la Institución, y a pesar de los esfuerzos que hace el Instituto, no se encuentra disponible una base de datos con información actualizada sobre los egresados y las estadísticas que hay son parciales por lo que no funciona como una fuente de consulta para fines académicos y por consiguiente los egresados no cuentan con un procedimiento disponible y congruente con las nuevas tecnologías para que puedan acercarse al Instituto y retroalimentarlo compartiendo su trayectoria profesional.

### **Marco teórico**

Este estudio basa su desarrollo en tres conceptos: seguimiento a egresados, plan de estudios y metodología DMAIC. Egresados es el concepto otorgado a las personas que terminan y cumplen satisfactoriamente con el total de créditos de un programa o plan de estudios, normalmente de nivel Universitario o similar. Seguimiento a egresados es la actividad que permite conocer el desempeño y desarrollo profesional de los egresados en el transcurso del tiempo (SEP, 2014). Plan de estudio se define como el esquema estructurado de las áreas obligatorias y fundamentales y de áreas optativas con sus respectivas asignaturas que forman parte del currículo de los establecimientos educativos. El plan de estudios debe contener, entre otros, dos aspectos importantes: los contenidos de cada tema y las competencias y conocimientos que los educandos deben alcanzar (DGEST, 2008). DMAIC es una metodología utilizada en la estrategia de mejora llamada Seis Sigma, tiene el objetivo identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos de negocios; DMAIC es un acrónimo en inglés de las fases que sigue la metodología: *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (Pries, 2006).

### **Estado del arte**

El estado del arte es un estudio analítico del conocimiento acumulado que hace parte de la investigación documental (la cual se basa en el análisis de documentos escritos) y que tiene como objetivo inventariar la producción en un área del conocimiento y permite hacer una reflexión profunda sobre las tendencias y vacíos en un área específica (Vargas y Calvo, 1987). La Tabla 1 muestra algunos importantes trabajos sobre el seguimiento a egresados que han sido publicados y ofrecen información valiosa para el desarrollo de este proyecto.

Tabla 1 Análisis al estado del arte sobre seguimiento a egresados

<b>Autores y fuente</b>	<b>Título del estudio</b>	<b>Objetivo</b>
Fernández- Vega, Ma. Del Socorro y Rodríguez Perego Nicolás. Revista Omnia UNAM. (1986).	Seguimiento a egresados, obstáculos y beneficios	Se propone un esquema de cuatro fases, usando el método de encuestas para hacer el seguimiento a egresados: finalidad, alcance, egresados y resultados
Hernández, Claudia A. *, Tavera, María E. y Jiménez, Martha. Revista Formación Universitaria IPN (2012).	Seguimiento de Egresados en Tres Programas de Maestría en una Escuela del Instituto Politécnico Nacional en México	Se presentan: una descripción de los prejuicios que tienen las empresas para proporcionar información a las Universidades y una relación de los obstáculos que se generan al hacer seguimiento a egresados.
Guzmán Susana, Revista Innovación Educativa IPN (2008).	Estudio de seguimiento de egresados: recomendaciones para su desarrollo	Se propone una guía de autodiagnóstico (encuesta) para ayudar a conocer el grado de cumplimiento que tiene la institución con respecto a dicho seguimiento.
Dirección General de Planeación y desarrollo Institucional. Universidad autónoma de Cd Juárez	Metodología del programa de estudios de egresados	Propone una metodología para el seguimiento a egresados a través de encuestas aplicadas en dos fases: al momento del egreso y otra después de dos años.
Cuaderno de planeación y desarrollo institucional Universidad de Baja California (2007).	Estudio institucional de Seguimiento de egresados. Cohorte de egreso 2005-1	Estudio para conocer el grado de satisfacción de los egresados con respecto a la institución y la formación profesional recibida y para determinar la ubicación laboral de los egresados.

### **Análisis al proceso actual de seguimiento a egresados**

Promover el Seguimiento de Egresados como lo marca la DGEST (2008), tiene como estrategia vincular a los egresados del Instituto con el propósito de conocer el nivel de formación académica de los egresados en relación a los requerimientos de los sectores empleadores. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo del procedimiento a seguir, en él se muestran las actividades que se deben de llevar a cabo y muestra que debe haber una encuesta como instrumento para la recolección de información; sin embargo, en el ejercicio diario, la Institución enfrenta obstáculos que dificultan el capturar al cien por ciento de los egresados. Estos obstáculos no son localizados fácilmente porque no se creó una cultura de encuesta rutinaria a exalumnos, además como el diagrama lo muestra, el área académica es la responsable de integrar la información, pero a su vez ésta área no ha recibido una inducción al proceso, no cuenta con la infraestructura tecnológica y humana necesaria para llevarla a cabo, de tal manera que los alumnos al momento de terminar con su retícula y cumplir con el servicio social y residencia profesional, se retiran, muchos de ellos para no volver, perdiéndose la oportunidad de requisitar la encuesta que se hace mención. Por otro lado el procedimiento en mención, no considera un beneficio para los egresados de tal manera que no existe motivación por parte de ellos para mantener una comunicación con la Institución, ni considera una vía o conducto ni una herramienta informática accesible para que en cualquier momento y de cualquier parte del mundo envíen sus datos.

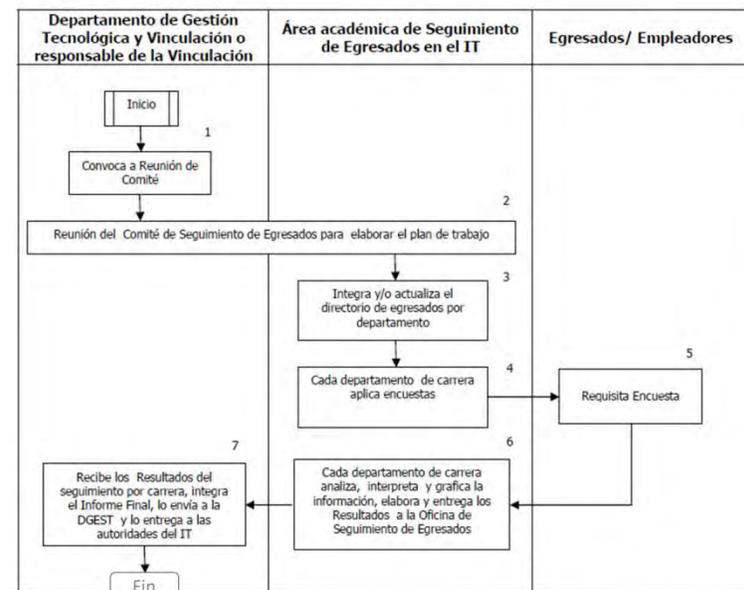


Figura 1 Diagrama de flujo del procedimiento actual de seguimiento a egresados (DGEST, 2008)

Los esfuerzos del ITCH II por mantener actualizado un programa de seguimiento a egresados muestran que a la fecha se tiene conformada la Asociación de egresados del ITCH II y se tiene en proceso de habilitar una página web.

### **Resultados**

Se aplicó a finales de 2014 la encuesta diseñada por el IPN adaptada para este estudio. La encuesta contiene 27 preguntas clasificadas en 4 segmentos, cada pregunta debe ser contestada en una escala de Likert del 0 al 10 donde el 0 representa una calificación totalmente negativa y el 10 totalmente positiva, la Tabla 2 muestra la estructura y el enfoque del cuestionario, mientras que la Tabla 3 muestra el total de las preguntas de la encuesta. La encuesta fue aplicada a 12 Instituciones de Educación Superior, el 85% correspondió a planteles de los Institutos Tecnológicos y el 15% a otras Universidades.

La Figura 2 muestra la tendencia de las respuestas obtenidas. Quince preguntas de la encuesta han sido analizadas en esta primera parte del estudio, por la complejidad de la respuesta, los resultados preliminares se presentan en esta sección, la Tabla 4 muestra el número de Instituciones, en porcentaje, que dieron respuestas positivas a las preguntas seleccionadas.

Tabla 2 Estructura y enfoque del cuestionario

Segmentos	Enfoque	Información que se solicita
I	Aspectos Institucionales	Conocer si se cuenta con un Departamento de seguimiento a egresados debidamente organizado y cuenta con los recursos para operarlo
II	Vinculación	Conocer si se cuenta con una base de datos y un recurso informático para vincularse e interactuar con Egresados y Empresas
III	Recursos	Conocer si se asignan recursos económicos y humanos para operar el seguimiento a egresados
IV	Uso de información	Conocer si la información es confiable y si se utiliza para el diseño curricular

Tabla 3 Las 27 preguntas de la encuesta

Pregunta		Pregunta	
1	La Institución tiene un departamento enfocado al seguimiento de egresados	14	Se cuenta con un sistema o método para la actualización de los datos por parte de los egresados
I		III	
2	El departamento enfocado al seguimiento de egresados cuenta con personal idóneo y suficiente para operar	15	Se cuenta con un sistema o método para la actualización de datos por parte de los empleadores
I		III	
3	La institución realiza el seguimiento de egresados periódicamente	16	Existe una revista de egresados (virtual o impresa) donde se publique información de la institución
I		III	
4	Se realiza un estudio profundo sobre la demanda laboral en la localidad	17	El programa de seguimiento de egresados es adecuado
I		III	
5	Existe un sistema de evaluación del seguimiento de egresados	18	El Programa de seguimiento de egresados es eficiente
I		III	
6	El departamento encargado del seguimiento de egresados tiene las tareas bien definidas	19	Se cuenta con un sitio web dedicado a la actualización de datos de los egresados e información de su interés
I		III	
7	La dirección efectúa la evaluación oportunamente y de manera continua	20	La dirección asigna recursos económicos adecuados para el seguimiento de egresados
I		III	
8	Existe un vínculo fuerte entre la institución, sus egresados y los empleadores de estos	21	Los resultados son utilizados en el diseño curricular cada vez que esté se realice
II		IV	
9	Se cuenta con una base de datos de contacto con egresados	22	La información obtenida es consistente con los objetivos de la institución
II		IV	
10	Se cuenta con una base de datos de contacto con empleadores	23	Se utiliza la información para el diseño curricular
II		IV	
11	Se mantiene contacto con otras universidades con respecto al seguimiento de sus egresados	24	El personal tiene acceso a la información para que tenga un impacto en la gestión institucional
II		IV	
12	Existe un espacio para la retroalimentación de los egresados y los empleadores	25	Los resultados del seguimiento de egresados tienen un impacto en la gestión institucional
II		IV	
13	En el seguimiento de egresados se dedica tiempo para entrevistar a los empleadores	26	Existen registros de los comentarios que hacen los egresados y sus empleadores
II		IV	
		27	Se difunden oportunamente los resultados del seguimiento de egresados
		IV	

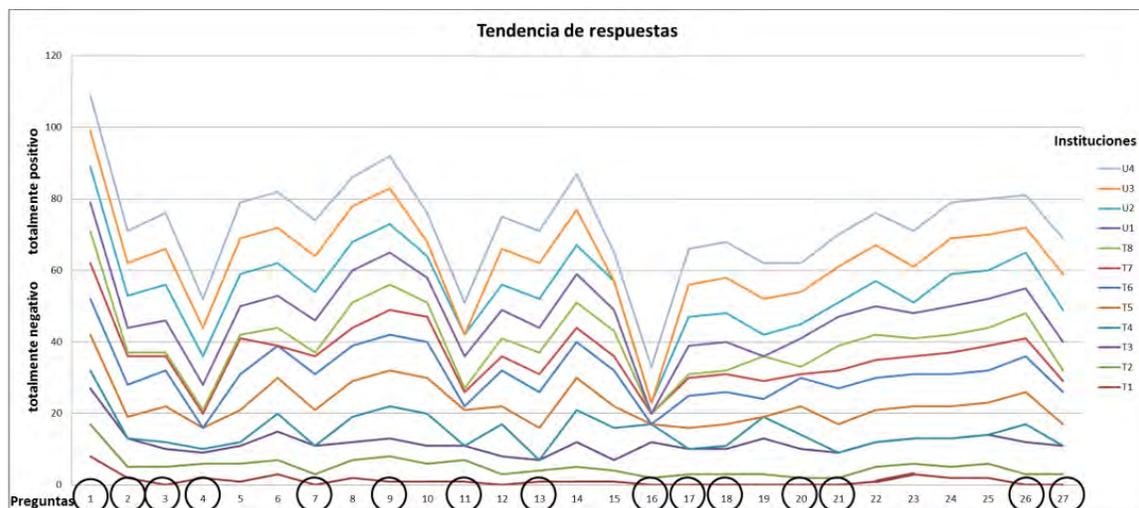


Figura 2 Tendencia de las respuestas dadas por los participantes en la encuesta

Tabla 4 Respuestas seleccionadas de la encuesta aplicada a Instituciones de Educación Superior

Pregunta	Respuestas positivas de Institutos Tecnológicos %	Respuestas positivas de otras Universidades %
¿La institución cuenta con un Departamento enfocado al seguimiento a egresados?	100 %	100 %
¿El Departamento de seguimiento a egresados cuenta con personal idóneo y suficiente para operar?	37	100
¿La Institución realiza el seguimiento a egresados periódicamente?	25	95
¿El personal que hace el seguimiento a egresados tiene las tareas bien definidas?	37	95
¿Existe un sistema de evaluación del seguimiento a egresados?	37	75
¿Se cuenta con una base de datos de egresados?	37	100
¿Existe un espacio para la retroalimentación de los egresados y empleadores?	25	75
¿Se cuenta con un Sistema para que los egresados retroalimenten sus datos?	37	95
¿El seguimiento a egresados es eficiente?	12	100
¿La dirección asigna recursos económicos adecuados para el seguimiento de egresados	37	75
¿Se cuenta con un sitio web dedicado a egresados con toda la información de su interés actualizada al día	12	75
¿Los resultados son utilizados en el diseño curricular?	25	75
¿Los resultados del seguimiento de egresados tienen un impacto en la gestión institucional	37	75
¿Existen registros de los comentarios que hacen los egresados y sus empleadores	37	75
¿Se difunden oportunamente a la comunidad universitaria los resultados del seguimiento de egresados	12	75

De las respuestas anteriores se determina que el 100% de los encuestados si cuenta con un Departamento para hacer el seguimiento a egresados. Sin embargo en lo referente a los Institutos Tecnológicos se observa que menos del 40% de dichos Institutos tiene una organización eficiente y cuenta con recursos para operarlo. Asimismo se destaca que menos del 40% de los planteles cuenta con una base de datos y un recurso informático para vincularse e interactuar con egresados y empresas, así también menos del 40% utiliza la información para el diseño curricular.

**Desarrollo de la propuesta**

Partiendo del análisis de los resultados de la encuesta y de la revisión a la literatura, se considera necesario hacer un análisis cruzado para identificar las oportunidades de mejora para un eficiente seguimiento de egresados. La Figura 3 ejemplifica la línea de tiempo de un alumno que se inscribe en alguna carrera del ITCH II, y es ahí donde se observa el momento crítico, esto es antes de perder al alumno y sus datos, es crítico porque el alumno finaliza su estancia en la Institución e inicia su estatus de egresado, aquí está la oportunidad esperada.

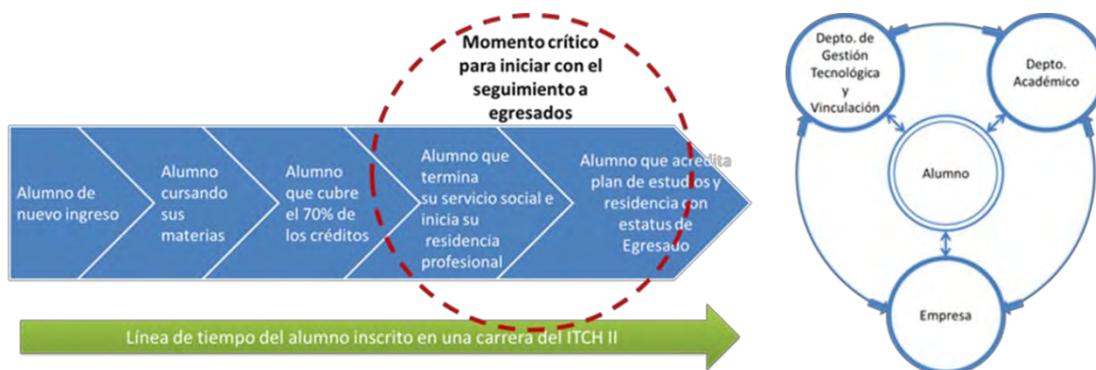


Figura 3 Línea de tiempo de un alumno inscrito en una carrera del ITCH II

Continuando con el análisis, en la Figura 3 se muestra también un diagrama de los elementos y actores que intervienen y participan en ese momento crítico, se considera que es ahí donde se gestan los obstáculos que evitan

hacer el seguimiento a egresados y es ahí donde se deben de enfocar el inicio de una metodología eficiente que garantice obtener la información completa. Por lo tanto, utilizando la información revisada y analizada, hasta ahora, se procede a utilizar la herramienta DMAIC, que corresponde a la técnica Seis Sigma, para iniciar con el desarrollo del diseño de la metodología que permitirá garantizar un eficiente seguimiento a egresados, la Figura 4 muestra el detalle del de la forma cómo se desarrollará el diseño.

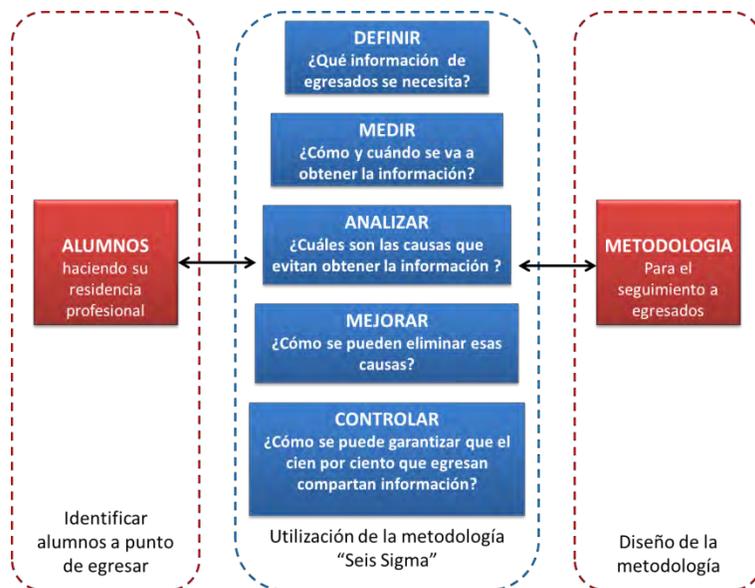


Figura 4 Utilización de DMAIC para diseñar una metodología para seguimiento a egresados

### Conclusiones

Como conclusión se destaca que las Instituciones, los empleadores y los egresados le otorgan poco valor al seguimiento a egresados y carecen de interés para participar en dichos programas. Las Instituciones carecen de infraestructura y recursos para llevar a cabo a plenitud este tipo de programas. El estudio de egresados necesita una adecuada difusión y la creación de una cultura de “egresa y regresa” entre los alumnos para lograr su participación. Se demuestra que los beneficios son múltiples sobre todo para el autodiagnóstico académico, la congruencia y la pertinencia de los contenidos temáticos de los planes de estudio, y la consolidación de los posgrados; finalmente se propone al Instituto designar a un equipo de trabajo multidisciplinario, del tipo “alto desempeño” esto es con empoderamiento para el cumplimiento de esta función, y como investigación a futuro se propone llevar a cabo un estudio donde se valide la eficacia de las tecnologías de información para un efectivo seguimiento a egresados.

### Referencias bibliográficas

- DGEST, (2008). *Disposiciones técnicas y administrativas para el seguimiento de egresados*. Recuperado de: [www.tecnm.mx/vinculacion/seguimiento-a-egresados](http://www.tecnm.mx/vinculacion/seguimiento-a-egresados).
- Fernández Vela, S. y Rodríguez Perego, N. (1986). *Seguimiento egresados: obstáculos y beneficios*. Revista Omnia 5(2), UNAM. Recuperado de: [www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant\\_omnia/33/11.pdf](http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/33/11.pdf)
- Guzmán Silva, S., Febles Álvarez-Icaza, M., Corredera Marmolejo. (2008). *IPN. Estudio de seguimiento de egresados: recomendaciones para su desarrollo*. Innovación Educativa, 8(42) 19-31. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo>.
- Hernández, Claudia A., Tavera, María E. y María E. Jiménez, María E. (2012). *Seguimiento de Egresados en Tres Programas de Maestría en una Escuela del Instituto Politécnico Nacional en México*. Formación Universitaria, Vol. 5(2), pp. 41-52. IPN.
- Pries, K. (2006). *Six Sigma for the Next Millennium*. ASQ Quality Press. Milwaukee, Wisconsin, USA.
- SEP. (2014). *Seguimiento a egresados*. Recuperado de: [www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/08-seguimientoegresados/Estrategia\\_2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/08-seguimientoegresados/Estrategia_2014.pdf).
- UABC, (2007). *Estudio institucional de Seguimiento de egresados. Cohorte de egreso 2005-1*. Cuaderno de planeación y desarrollo institucional Universidad de Baja California. Recuperado de: <http://www.uabc.mx/planeacion/cuadernos/c9.pdf>.
- UACJ (2006). *Metodología del programa estudio de egresados*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Recuperado de: [www2.uacj.mx/apps/webpifi/PORTALSEDI/Methodologias/Methodologia.pdf](http://www2.uacj.mx/apps/webpifi/PORTALSEDI/Methodologias/Methodologia.pdf).
- Vargas, G. y Calvo, G. (1987). *Seis modelos alternativos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación*. Revista Educación superior y desarrollo. Recuperado de: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1666/1542>.

# Diseño de un proceso operativo para la implementación de un sistema de trazabilidad de productos alimenticios distribuidos a granel: el caso de estudio de la distribución de harina de maíz en Molinos Azteca Sucursal Culiacán

Ing. Mirna Guadalupe Armenta Guerreo<sup>1</sup>, MC. Jesús Ramón Ochoa Gallegos<sup>2</sup>, Dr. José Fernando Hernández Silva<sup>3</sup>,  
Dra. Carmen Guadalupe López Valera<sup>4</sup>.

**Resumen**— El presente trabajo fue desarrollado en una empresa productora y comercializadora de harina de maíz en la ciudad de Culiacán. El plan de implementación de un sistema de trazabilidad se desarrolló en los embarques distribuidos a clientes internos y externos (clientes industriales y bodegas de apoyo) de la ciudad de Culiacán. El estudio inicio con el análisis y descripción de los procesos a lo largo de la cadena productiva, es decir se detallaron las funciones de los componentes industrial y comercial, se describieron las funciones de los departamentos de la empresa que tiene relación directa con la información que se maneja en el sistema de trazabilidad, la forma en que se maneja la información y la relación de la empresa con sus clientes y proveedores. Posteriormente se realizaron formularios en los que se detalló la información que iba a ser recopilada.

**Palabras clave**— plan de implementación, trazabilidad, sistema, formularios.

## Introducción

La trazabilidad, constituye en la actualidad, una herramienta indispensable en la industria a nivel mundial, ya que permite conocer el origen de una unidad comercial y el seguimiento de la misma a lo largo de la cadena productiva. La empresa que aplique un sistema de trazabilidad podrá brindar al consumidor mayor confianza, además reducción de costos por logística. Con el propósito de asegurar la protección de las personas y el interés del consumidor final, se han originado reglamentos como el N° 178-2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, donde se mencionan las necesidades de manejar un sistema de trazabilidad en todas las etapas de producción, transformación y distribución. La información disponible, serán de gran importancia en casos en los que el alimento se crea peligroso (no cumpla requisitos de inocuidad), y se considere necesario retirarlo del mercado. (Parlamento Europeo, 2002). Cada vez son mayores los requerimientos legales en la industria de los productores de alimentos, que las obligan a tener más controles en los procesos para que garanticen a sus clientes un producto confiable. El manejo de los materiales en este tipo de empresas es un punto crítico, principalmente en la conservación de los mismos, ya que solo en el proceso de recepción y almacenamiento se producen serias inconformidades con el producto como el daño físico a los empaques, lo que trae como consecuencia mermas en el peso neto y por lo mismo pérdidas monetarias para la empresa, además de otros riesgos que están ligados a la inocuidad de los alimentos, principalmente para los que consumen estos productos. Aplicar correctamente la trazabilidad nos ayuda a profundizar en el conocimiento de la estructura de la cadena alimentaria, con el fin de poder detectar y corregir posibles fallos estructurales, tratando de mejorar las relaciones entre los diferentes componentes de la cadena, desde el productor al consumidor. Poder identificar el origen de un alimento y seguir su rastro durante toda su vida útil, favorece la seguridad y otorga crédito al producto. Desde su implantación normativa siguiendo las directrices del Reglamento 178/2002, las exigencias relativas a la aplicación de los sistemas de trazabilidad, representan ahora una herramienta necesaria que cumple el firme propósito de garantizar mayores avances en seguridad alimentaria en el marco de un mercado globalizado, de ahí su solidez en la implantación de los Programas de Autocontrol instaurados en la industria. Los sistemas de trazabilidad son resortes necesarios que enfatizan los criterios de gestión, siendo complementarios en la innovación empresarial.

<sup>1</sup>Ing. Mirna Guadalupe Armenta Guerreo es Auxiliar de tráfico en industria comercializadora de harina de maíz.  
[mgag\\_288@hotmail.com](mailto:mgag_288@hotmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup>MC. Jesús Ramón Ochoa es Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Culiacán. [ramon\\_ochoaga@yahoo.com.mx](mailto:ramon_ochoaga@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> Dr. José Fernando Hernández Silva es Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Culiacán.  
[fhernand78@outlook.com](mailto:fhernand78@outlook.com)

<sup>4</sup> Dra. Carmen Guadalupe López es Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Culiacán.  
[cglopez\\_it@yahoo.com.mx](mailto:cglopez_it@yahoo.com.mx)

### **Descripción del Problema**

El ingreso del producto al almacén debiera ser mediante una correcta identificación de la partida o lote de embarque; es decir, no solo deberá llevar un número de lote, sino también, relacionarlo con información del producto suministrado por parte del proveedor (planta productora), sin que este pudiera ser alterable. En Molinos Azteca sucursal Culiacán, la introducción del producto al almacén se realiza una vez que el área de producción le entrega la tarima del producto terminado al área de logística, con el lote de producción generado por el área de calidad y dado de alta en el sistema operativo. Logística recibe la tarima adhiriendo dos etiquetas con la información del lote según norma ISO 9001:2008, pasa a colocar la tarima en el almacén de producto terminado. El encargado del almacén de producto terminado al momento de realizar un embarque, desprende estas etiquetas y captura en su sistema operativo de manera manual la salida de lotes embarcados; el embarque se puede dirigir a dos destinos; uno, puede ser directo al cliente consumidor; y segundo, un centro de distribución (bodegas). En el centro de distribución la recepción del embarque se realiza de forma manual. La unidad que transporta el embarque se coloca en la rampa de descarga y procede a desembarcar; el encargado de la bodega recibe el embarque y procede a dar de alta en su sistema operativo la recepción de estos lotes; sin embargo, el encargado de bodega convierte en un único lote el total del embarque, de esta manera lo da de alta en su sistema operativo, ocasionando que el lote de producción se pierda en la recepción, alterando así la historia del lote y provocando confusión con el resto de los embarques de la bodega. En las auditorías internas de la empresa se han mostrado ciertas deficiencias en los procedimientos que se llevan a cabo en la recepción de embarques en las bodegas de apoyo (centros de distribución), por ejemplo, no se tiene un control por lotes de los embarques recibidos, dificultando la localización de datos como proveedores y/o cantidades de cada embarque; si hubiera alguna inconformidad posterior, no se pueden hacer reclamaciones al proveedor por no contar con los datos del mismo, por no tener identificados los lotes. Las quejas de clientes se atienden, pero no se cuenta con información de donde se elaboró el producto porque no se tienen registros correctos de los embarques. La problemática que muestra la empresa productora y distribuidora de harina de maíz, es la dificultad que tiene para identificar el origen de los embarques recibidos en las bodegas de apoyo (centros de distribución) utilizados para resguardo del producto terminado y para surtir pedidos de clientes industriales, desde la recepción del embarque hasta la entrega al cliente. La norma ISO 9001:2008 en el punto 7.5.3 (Identificación y trazabilidad) tiene como requerimiento que la organización debe identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del mismo, por lo que al ser ésta una empresa certificada bajo esa norma de calidad tiene que cumplir con este punto, y como se explicó anteriormente no se está cumpliendo. Según el Codex Alimentarius, "Trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución" Rodríguez (2004). Los embarques hacia el consumidor final, pueden realizarse directos de la planta productora y/o de los centros de distribución (bodegas); establecido esto, surgen las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la confiabilidad del sistema de lotificación en la cadena de suministros de la empresa Molinos Azteca sucursal Culiacán?; ¿Qué acciones y recursos se requieren para la implementación de un sistema de trazabilidad que garantice el buen manejo de materiales y agregue valor operativo?

### **Descripción del Método**

El presente estudio se realizó solo al área de embarques, pero su contenido será replicable al total de la empresa o a cualquier otra, es decir, la esencia de la trazabilidad se conservara independientemente del ámbito de aplicación. El diseño del sistema de trazabilidad depende de varios aspectos, entre ellos: normativas nacionales o internacionales, tipo de producto, características de la materia prima e insumos, métodos de elaboración y procedimientos aplicados, además de los requerimientos del cliente. Depende también, de los objetivos que pretende conseguir la empresa con la implementación de este sistema. Los pasos que se utilizaron para llevar el objetivo planteado, estuvieron basados en el reglamento como el N° 178-2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, Sistema de HACCP, Codex Alimentarius y las normas nacionales. 1. Estudiar el Sistema de recepción y almacenamiento de los embarques: Se hizo una revisión de los procedimientos de recepción y almacenamiento de los embarques actuales documentados para la norma ISO 9001:2008, que estuvieran afectando a la trazabilidad del producto y que en ese momento se tenían implementados, para hacer una comparación contra el sistema real en la operación, el producto que se obtuvo fue un cuadro comparativo de actividades que se estén realizando por parte del personal o en su defecto que hagan falta por realizar para contribuir a la trazabilidad del sistema. Para este estudio se requirió revisar los documentos y registros que se llevan a cabo por parte del personal, y con la información que se generó se citó a una junta con el área de control de calidad, para evaluar si la información que se está generando es suficiente para sustentar la trazabilidad, el resultado fue una minuta de junta. También se realizó un inventario de la maquinaria, los recursos tecnológicos y humanos con los que se cuenta para la operación diaria, el producto que se obtuvo fue una lista de los requerimientos necesarios en recursos para cumplir

con la trazabilidad. 2. Solicitar la colaboración de los proveedores: Se envió un comunicado a los proveedores planteando las necesidades que se requieren por parte de ellos para cumplir con el sistema de trazabilidad, el resultado fue una carta de respuesta de parte de ellos quedando de enterados de los nuevos requerimientos. 3. Definir el Ámbito de Aplicación: El ámbito de aplicación de la empresa se definió de acuerdo a sus actividades, por lo que se estudió la trazabilidad hacia atrás, de proceso y hacia adelante, para definir cuál(es) sistema(s) de trazabilidad eran necesarios aplicar en el área a estudiar, el producto fue trazar hacia atrás. 4. Definir criterios para la agrupación de productos: Se asignó a los materiales un código único que pueda mostrar la diferencia de los demás materiales, basado en la información que se genera en actividades claves del proceso, esto dio como resultado la regeneración del lote para control interno. 5. Establecer registros y documentación necesaria: Se dieron a conocer los procedimientos ya revisados y modificados, en conjunto con los registros existentes y nuevos (cuando fue el caso se elaboraron), para su implantación en el área de trabajo. 6. Establecer mecanismos de validación/verificación: Se propuso un sistema de trazabilidad sostenido, que identifique áreas de oportunidad y logre un sistema de verificación de producto con el objetivo de recabar toda la información necesaria sobre las etapas en la distribución del producto en el menor tiempo posible, e incluya todas las áreas relacionadas con la información que afecta la distribución del producto. 7. Elaborar procedimientos de auditoría: Se elaboró un procedimiento de auditoría para la empresa, para lograr el sistema sostenido de trazabilidad. 8.- Establecer procedimiento de localización e inmovilización de producto: Se diseñó un procedimiento con actividades y áreas que deberán ser participes en el caso de alguna alerta o crisis alimentaria por alguna inconformidad del producto que lleve a retirar del mercado el producto.

*Avances y discusión*, se presentan los avances del diseño del procedimiento aplicado a una empresa comercializadora de harina de maíz, en base a las guías oficiales, y estandarizadas para implementar sistemas de trazabilidad nacional e internacional, con el fin que pueda ser de utilidad para la empresa y aplicable para demás empresas. Se realiza diagrama de flujo donde se muestran las actividades que se realizaban durante el proceso de recepción y almacenamiento de los embarques de planta a bodegas de apoyo.

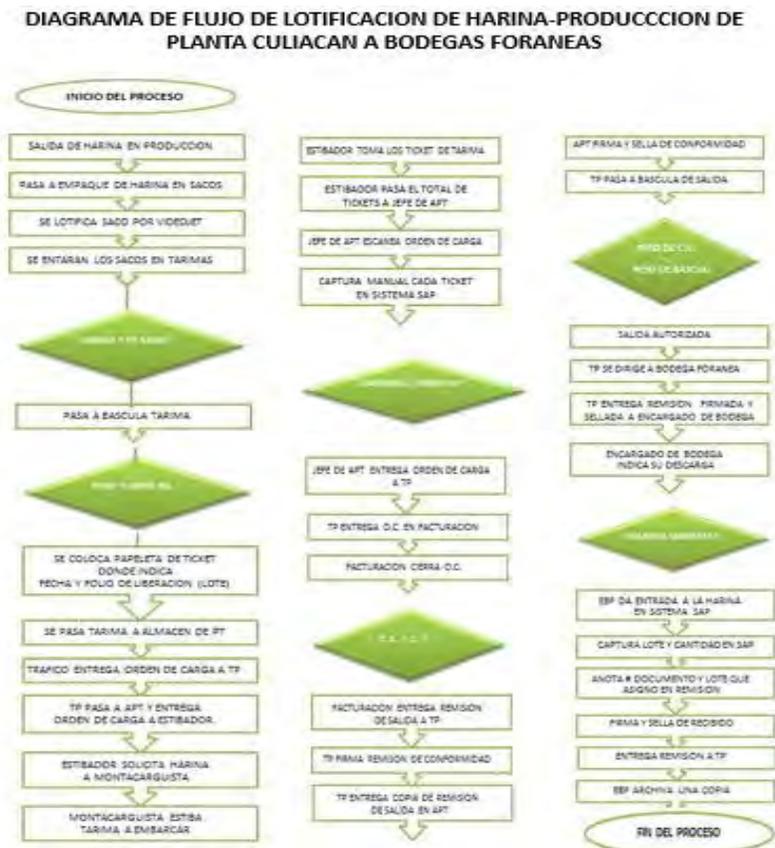


Figura 1. Proceso de distribución de planta a bodegas.

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de flujo de la Figura 2 se muestra el proceso bajo estudio, y se incluyen las modificaciones propuestas.

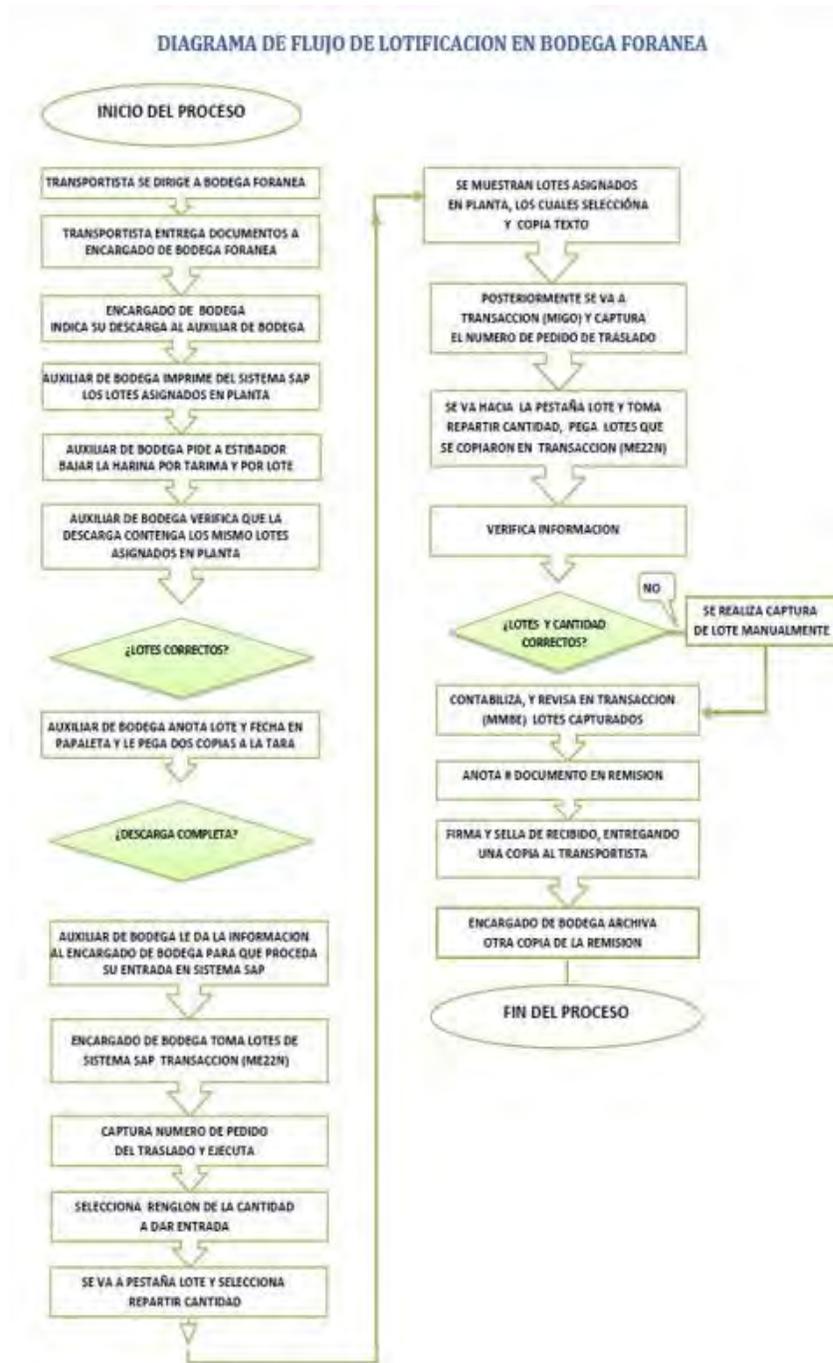


Figura 2. Proceso de recepción de materias primas propuesto.  
Fuente: Elaboración propia

Los cambios que sufre el proceso en la propuesta son necesarios para cumplir con el sistema de trazabilidad y se consideró que no entorpecieran las actividades que ya se realizan, de tal manera que los cambios se propusieron en los siguientes puntos. Antes de empezar a descargar la materia prima, ésta se debe identificar, por lo que hay que

generar las etiquetas de identificación, y colocarlas durante la descarga para que al ingresar al almacén ya cuenten con este requisito indispensable para el sistema de trazabilidad. La identificación se realizará en el paso 4, por lo que este paso ya se realizó. Se revisaran los documentos y registros que se lleven a cabo por parte del personal, y con la información que se generara a una junta con los encargados de área involucrados, para evaluar si la información que se esté generando será suficiente para sustentar la trazabilidad, el análisis y decisión se tomará de manera grupal. Se realizó un inventario de la maquinaria, los recursos tecnológicos y humanos con los que se cuenta para la operación diaria, se obtuvo una lista de los requerimientos necesarios en recursos para cumplir con la trazabilidad, se tomó en cuenta los recursos humanos, maquinaria y equipo; se concluyó que el recurso humano es suficiente y solo se hizo gestión para adquirir una impresora para etiquetas y sus insumos.

En la Tabla 1 se muestra la composición de la etiqueta para el control interno.

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	
FECHA DE ELABORACION:	0 de enero de 1900
CADUCIDAD:	0 de enero de 1900
FECHA RECEPCION	0 de enero de 1900
<b>LOTE:</b>	<b>CONFIDENCIAL</b>

Tabla 1. Composición de la etiqueta interno.  
Fuente: Elaboración propia

Se realizó el diseño de una bitácora de recepción de embarques con el formato mostrado en la Tabla 2, con la finalidad de verificar los lotes de los embarques.

<b>PEDIDO DE TRASLADO:</b>					
<b>OPERADOR:</b>					
<b>PROCEDENCIA:</b>					
<b>FECHA DE RECEPCION:</b>					
<b>TIPO DE HARINA</b>			<b>TONELADAS:</b>		
LOTE	SACOS		CANTIDAD (KG)		TOTAL
	BUENDOS	ROTOS	BUENA	MERMA	
<b>TOTAL</b>					

Tabla 2. Bitácora de recepción de embarques.  
Fuente: Elaboración propia

### Conclusiones

En la empresa de estudio se requieren dar respuestas rápidas a inquietudes o reclamos expuestos por los clientes y lo más importante, ser eficientes en el retiro del producto en caso de presentarse problemas que comprometan la seguridad alimentaria, es clave manejar el sistema de trazabilidad como una herramienta que en forma sostenible permita obtener información razonada con el producto de forma completa, confiable y oportuna.

### Referencias

Codex Alimentarius, 2008, “Higiene de los Alimentos – Textos Básicos”, Segunda Edición, <http://www.fao.org/DECREP/005/Y1579S/y1579s03.htm#bm3>, (Febrero, 2010).

Codex Alimentarius, 2006, “Principios para la rastreabilidad/rastreo de productos como herramienta en el contexto de la inspección y certificación de alimentos CAC/GL 60-2006”, [www.codexalimentarius.net/download/standards/10603/CXG\\_060s.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10603/CXG_060s.pdf), (Agosto, 2008).

Comunidad Europea, 2002, “Reglamento N°178/2002, Reglamento la trazabilidad: un nuevo reto”, [www.saludcantabria.org/saludpublica/pdf/Trazabilidad.pdf](http://www.saludcantabria.org/saludpublica/pdf/Trazabilidad.pdf), (Noviembre, 2008).

International Organization for Standardization (ISO), 2007, “ISO/FDIS 22005:2007, Traceability in the feed and food chain – General principles and basic requirement for system design and implementation”.

ISO 9001. Extraída el día 11 de Febrero de 2010 desde: <http://www.mantenimientomunidal.com/sites/mmnew/her/norma/Iso9001.pdf>.

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2002, “Reglamento (CE) N°178/2002 de 28 de enero de 2002”, [http://www.traceabilitynews.com/files/Trazabilidad\\_Normativa\\_178-2002.pdf](http://www.traceabilitynews.com/files/Trazabilidad_Normativa_178-2002.pdf), (Agosto, 2008).

Rodríguez JJ. (2004). La trazabilidad como mecanismo de seguridad alimentaria. Extraído el día 10 de febrero de 2010 desde: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2004/0714/13375.php>.

SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) Y DIRECTRICES PARA SU APLICACIÓN Anexo al CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1997).

# DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ESTRÉS EN EL TRABAJO EN MANDOS MEDIOS Y SUPERIORES DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE CIUDAD JUÁREZ CHIHUAHUA

Ing. Oziely Daniela Armenta.<sup>1</sup> Dra. Aidé Araceli Maldonado.<sup>2</sup> Dr. Jorge García Alcaraz.<sup>3</sup>

**Resumen:** En este artículo se presentara una investigación del Estrés en el Trabajo en Mandos Medios y Superiores de la Industria Maquiladora de Ciudad Juárez Chihuahua.

Se utilizó la aplicación del Cuestionario del Contenido del Trabajo (Karasek 1998) para la obtención de los resultados dicho cuestionario se aplicó en 6 empresas maquiladoras y se obtuvo una muestra de 361 individuos.

El objetivo de esta investigación fue determinar el índice de Estrés en el Trabajo mediante el uso del Cuestionario del Contenido del Trabajo (JCQ) en la Industria Maquiladora de Ciudad Juárez, así como determinar el porcentaje de individuos de la muestra que presentan estrés en el trabajo de acuerdo con este índice. De acuerdo con esta metodología el índice de estrés en el trabajo se determina mediante 3 dimensiones que son demandas psicológicas, control sobre el trabajo y apoyo en el trabajo.

Los resultados obtenidos fueron un 25% de la muestra se encuentra con Estrés Laboral y el 75% de la muestra no presenta ningún estrés basándonos en los términos para determinar el estrés que nos proporciona el estudio del JCQ.

## Introducción

Se explicara que es el Índice de Estrés en el Trabajo, la metodología que se utilizó, así como las dimensiones en que se mide este índice y los materiales que se utilizaron para poder llegar a los resultados obtenidos.

La importancia de esta investigación es que no existen muchos estudios sobre estos temas en la industria y es de gran apoyo para emprender las investigaciones sobre estos temas y así apoyar a la industria maquiladora a obtener mejores resultados como empresa maquiladora mejorando el rendimiento del personal.

La metodología utilizó una muestra de 361 datos de los cuales fueron Mandos Medios que abarcan supervisores de distintas áreas, jefes de grupo, ingenieros, técnicos, recursos humanos, personal administrativo, practicantes y personal de seguridad y medio ambiente, y como Mandos Superiores solo se tomó en cuenta a los Gerentes de distintas áreas de la empresa.

## Objetivos

El objetivo general de esta investigación es determinar la presencia de estrés en el trabajo mediante el cuestionario del contenido del trabajo (JCQ), y determinar este estrés mediante sus 3 dimensiones.

## Justificación

Los beneficios de encontrar el nivel de Estrés en el Trabajo por medio del JCQ es poder contribuir a las investigaciones sobre este problema y con ello ayudar a mejorar la calidad de trabajo y sobre todo la salud del individuo.

Identificar el problema nos proporcionara datos valiosos sobre las características del personal que lo está sufriendo y uno de los principales beneficios que se obtendrá será poder proporcionar medidas preventivas por parte de la empresa y estrategias a los grupos más vulnerables de padecerlo. Para prevenir este síndrome es conveniente identificar el tipo de persona, así como los datos donde se presenta más este síndrome ya sea edad, puesto de trabajo o sexo todo esto para lograr que la empresa con esta investigación pueda ofrecerles un apoyo preventivo o asesorías para los miembros que ya lo padezcan y con todo ello llegar a una mejora de ambiente laboral.

## Marco Teórico

En esta sección se mostraran algunos conceptos básicos del tema para lograr una mejor comprensión del concepto principal a tratar en esta investigación.

## Estrés Laboral

El termino estrés se refiere a una tensión nerviosa o emocional, existen muchas definiciones del estrés algunas son psicológicas otras sociales etc.

El fisiólogo canadiense Selye (1956) define al estrés con tres aspectos, el primero es como reacción o respuesta de la persona esto quiere decir cambios en la conducta, en las emociones o reacciones, el segundo es como un estímulo este se define como la provocación de una reacción de estrés, y el tercero es como una interacción entre las características del estímulo y los recursos del individuo.

### Cuestionario del Contenido del Trabajo (Job Content Questionnaire)

El JCQ creado por Karasek (1998) es un cuestionario que está diseñado para recopilar datos sobre el tipo de trabajo realizado en su puesto y las calificaciones necesarias para llevar a cabo satisfactoriamente su trabajo este cuestionario debe ser llenado por cada empleado y debe ser actualizado por lo menos 1 vez al año, este documento describe los deberes y responsabilidades de cada uno de los empleados en su puesto de trabajo. Hoy en día hay muy pocos estudios en México sobre JCQ uno de ellos lo hizo Cedillo y Karasek (2003) "Comportamiento Psicométrico del Cuestionario de Contenido de Trabajo en trabajadores Mexicanos por sexo y actividad productiva" con este estudio se dieron cuenta que no eran muy diferentes los estudios internacionales con este solo había una diferencia de 2 ítems.

El JCQ está diseñado para medir escalas de evaluación de las exigencias psicológicas, el cuestionario consta de escalas las más características son las siguientes:

Demanda de Control: predice el riesgo relacionado con estrés y el comportamiento activo- pasivo del puesto de trabajo

Demanda Psicológica: Cuando la exigencia es alta y la libertad de decisión es baja

Demanda Física: Maneja todos los esfuerzos físicos para el desarrollo musculo esquelético

Latitud de Decisión: Trata del control del trabajador sobre su rendimiento en el puesto que desarrolla se mide en 2 dimensiones según Karasek y Theorell (1990):

- 1) discreción de habilidad: contiene preguntas sobre habilidades y creatividad del trabajador.
- 2) Autoridad de decisión: habla sobre la toma de decisiones y la organización.
- 3) Apoyo Social: Analiza el impacto entre los compañeros de trabajo tanto instrumental como socioemocional.

### Mandos Medios y Superiores

Las responsabilidades de estos Mandos es que son los protagonistas de donde se desarrolla la estrategia organizacional y donde son tomadas las decisiones más importantes y trascendentes aparte de que cuentan con gente a su cargo y tienen que rendir cuentas tanto por su trabajo específico como por el de sus empleados a cargo. Se desarrollan en 3 dimensiones particulares a sus tareas:

Lo que deben hacer en relación con las personas con las que trabajan.

Lo que deben hacer en relación con las tareas que se realizan y de las cuales son responsables

Lo que deben hacer con las personas en relación a las tareas que deben realizar esas personas a su cargo.

Lo que debe saber cada uno de estos Mandos es lo siguiente:

El objetivo que persigue la empresa, El objetivo que persigue (o debe perseguir) su Tarea, Cuáles son sus obligaciones, Cuáles son sus facultades, Quién (realmente) dirige la sección o departamento en el que trabaja, Qué (y quiénes) personas están bajo su supervisión, Cómo esperan los mandos superiores que desarrolle su labor Cómo esperan los integrantes de su equipo que desarrolle su labor.

## Metodología e Instrumentos de Investigación

Un trabajo de campo y una aplicación del cuestionario del contenido del trabajo en empresas de la industria maquiladora de Ciudad Juárez donde dichas aplicaciones fueron determinadas por el departamento de Recursos Humanos de cada empresa que se encuesta.

El cuestionario se enfoca en preguntas conforme a su desarrollo en el puesto de trabajo y la relación con sus compañeros de cada individuo.

### Software

El software utilizado para esta investigación es el SPSS creados por Norman H. Nie, C. Hadlai Hull y Dale H. Bent (1968) en este proyecto se utilizó la versión más reciente que es la versión 22 esta versión fue actualizada en agosto 2013 es un programa estadístico es muy conocido por su capacidad de trabajo con grandes bases de datos y los interfaces para los análisis.

### Cuestionario

La aplicación del cuestionario fue en empresas de la industria maquiladora de Ciudad Juárez Chihuahua. El cuestionario del Contenido del Trabajo y se aplicó a 361 empleados de Mandos Medios y Superiores.

### Validación y Depuración de Datos

Para la validación de datos utilizamos el Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida su denominación alfa fue creada por Cronbach (1951) es una media para las ponderaciones de las correlaciones de las variables se calcula de 2 formas por medio de varianzas o correlación de los ítems en esta caso utilizamos la correlación de ítems y esta es la fórmula:

$$1. \alpha_{est} = \frac{kp}{1 + p(k - 1)}$$

k= número de ítems

p= es el promedio de la correlación de los ítems

Donde la validación tiene un rango 0-1 donde arriba del 0.70 se considera aceptable pero el resultado más satisfactorio sería del 0.90 hacia arriba.

La depuración después de capturar los datos, la proyección de datos se realizó mediante la sustitución de los valores extremos y valores perdidos por la mediana (García 2014, Hair 2009, Hair, Tatham, Anderson, y Negro, 2006), la mediana se utilizó para datos ordinales y la media para datos continuos.

### Obtención del Índice de Estrés en el Trabajo (Job Strain Index)

Para la obtención del índice de estrés utilizamos el cuestionario JCQ comenzamos con una validación general de los datos obtenidos continuamos creando variables para cada una de las escalas y comenzamos aplicando las fórmulas para cada una de las escalas:

Uso de habilidades =  $(q1 + q3 + q5 + q7 + q9 + 5 - q2) * 2$

Toma de decisiones =  $[2 * (q4 + q6 + q8)] * 2$

Demanda de Trabajo =  $3 * (q10 + q11) + 2 * (15 - q13 - q14 - q15)$

Latitud de decisión = uso de habilidades + toma de decisión

Existen 3 formas para sacar el Índice de Estrés hay que elegir una de las 3 formas en esta investigación se eligió la siguiente:

$(Demandas*2) / Latitud de decisión$

Donde si el resultado es  $> 1$  indica que si existe un estrés.

Existen otras escalas que son las de soporte e inseguridad

Apoyo de compañeros =  $q17 + q18 + q19 + q20$

Apoyo del jefe =  $q21 + q22 + q23 + q24$

Inseguridad en el Trabajo =  $q25 + q27 + 5 - q16$

## Resultados

### Validación del Cuestionario del Contenido del Trabajo

Alfa de Cronbach	Número de elementos
.782	27

Se realizó un estudio de fiabilidad general del cuestionario donde los datos arrojaron un Alfa Cronbach de .782 que es satisfactorio para realizar el estudio del Nivel de Estrés en el Trabajo.

### Índice de Estrés en el Trabajo mediante el JCQ

En este apartado se muestra el porcentaje de los individuos que presentan estrés laboral que de acuerdo con Karasek (1998) presentan un índice de estrés en el trabajo mayor a 1.



**Figura 4.3 Gráfica de Índice de Estrés en los Individuos**

Como se aprecia en el gráfico un poco menos de las 3 cuartas partes de la muestra no presenta nivel de estrés en el trabajo pero un poco más de la cuarta parte si lo presenta y esto es un foco de advertencia para la industria maquiladora de Cd. Juárez.

En la siguiente tabla se muestra de una forma más entendible el reparto de los porcentajes del índice de nivel de estrés laboral.

**Tabla 4.8 Frecuencia y Porcentajes del Índice de Nivel de Estrés**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No existe índice de nivel de estrés	257	71.2	71.2	71.2
Si existe índice de nivel de estrés	104	28.8	28.8	100
<b>Total</b>	<b>361</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

El 71.2% se refiere a 257 individuos en la que no existe estrés laboral y el 28.8% son 104 individuos donde si existe estrés laboral donde los 104 individuos.

#### **Comentarios Finales y Recomendaciones**

Se recomienda ampliar los estudios en otros puestos de la empresa para llegar a una conclusión más general y poder comenzar con alguno de los distintos tratamientos o técnicas para reducir o eliminar los dos problemas que se están tratando en la investigación.

Existen diferentes métodos de recomendación entre ellos están las técnicas de meditación o relajación que han demostrado que reducen la ansiedad y aumentan la actividad en la zona del cerebro encargada de las emociones

positivas, por otro parte cabe mencionar la parte física ya que el estrés ocasiona molestias musculoesqueléticas para ello se considera realizar actividades de estiramientos, ejercicios etc.

Se recomienda realizar este análisis en otros puestos diferentes de las empresas ya que es un factor que influye bastante en el rendimiento del personal y con ello en el rendimiento de la empresa.

### Referencias

- Amozorrutia J. (2013) "La importancia de los mandos medios en las organizaciones" octubre 27 del 2014 Publicado en: Great Place to Work  
<http://www.greatplacetowork.com.mx/publicaciones-y-eventos/publicaciones/650>
- Cano V. "La naturaleza del estrés" noviembre 3 del 2014 [http://pendientedemigracion.ucm.es/info/seas/estres\\_lab/el\\_estres.htm](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/seas/estres_lab/el_estres.htm)
- EHS M270 "Work and Health" Spring 2007 16 Effort- Reward Imbalance. Agosto 22 del 2014 <http://www.docstoc.com/docs/22782152/EHS-M270-Work-and-Health-Spring-2007-16-Effort--Reward-Imbalance>
- Estrategia Magazine (2007) "Mandos Medios" septiembre 17 del 2014 <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/estrategia/mandos-medios.htm#mas-autor>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ed), México: Mc Graw Hill.
- Karasek, Gordon, Pietrokovsky, Frese, Pieper, Schwartz, Fry, Schirer. (1985) "Job Content Instrument: Questionnaire and User's Guide." Los Angeles, CA: University of Southern California 1985.
- Karasek, R. (1985). Job Content Questionnaire and user's guide. Lowell: University of Massachusetts Lowell, Department of Work Environment.
- Karasek, R. (1998). Demand/control model: A social, emotional and physiological approach to stress risk and active behavior development. Encyclopedia of Occupational Health and Safety (p. 346). Sweden: Organización Internacional del Trabajo.
- Karasek, R., Brisson, Ch., Kawakami, N., Houtman, I., Bongers, P. & Amick, B. (1998). The Job Content Questionnaire (JCQ): An instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3(4), 332-355
- Maganto y Garaigordobil (2011) "Evaluación de estresores psicosociales en el trabajo: propiedades psicométricas del Cuestionario del contenido del trabajo (JCQ) con trabajadores colombianos" octubre 7 del 2014 [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-05342011000200012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-05342011000200012)
- Mansilla I. "Manual de Riesgos Psicosociales en el Trabajo: Teoría y Práctica"
- Tovalín, Rodríguez, Cruz, Soto (2008) "Comportamiento Psicométrico del cuestionario de contenido de trabajo (JCQ) en trabajadores mexicanos por sexo y actividad productiva" octubre 7 del 2014 <http://factorespsicosociales.com/segundoforo/carteles/tovalin-rodriguez-et-al.pdf>

### Notas Bibliográficas

<sup>1</sup>La Ing. Oziely Armenta Hernández es alumna del primer semestre de la maestría en Ing. Industrial con especialidad en Ergonomía en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Email: [danyelita\\_3@hotmail.com](mailto:danyelita_3@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Aidé Aracely Maldonado Macías es Profesora –Investigadora en el Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Email: [amaldona@uacj.mx](mailto:amaldona@uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Jorge Luis García Alcaraz es Profesor – Investigador en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Email: [Jorge.garcia@uacj.mx](mailto:Jorge.garcia@uacj.mx)

# El uso de las TIC en maestros de educación básica para una mejora de resultados académicos en el área de matemáticas y una retrospectiva a la enseñanza de la misma en la región noreste del estado de Durango

Ing. Benjamín Ávila Covarrubias, Ing. Federico Solís Garibay,  
Ing. Alfredo Eloy Michel Núñez<sup>1</sup>, y Ing. Lamberto Michel Guzmán

## RESUMEN

**El escaso nivel de dominio de las matemáticas básicas con que ingresan la mayoría de los estudiantes al nivel superior genera la necesidad de hacer un análisis retrospectivo de la forma en que se ha estado enseñando matemática en los niveles básico y medio superior. En las instituciones educativas, se siguen percibiendo dificultades para enseñar matemática por estar circunscrita dentro de una pedagogía tradicional, la cual se sigue proyectando de forma hegemónica en el contexto educativo, cultural y social.[1]**

**En la actualidad observamos que la enseñanza educativa continúa siendo tradicional en muchos aspectos, a pesar de que los alumnos en la actualidad son una generación de personas con acceso a la información y un impresionante uso de la tecnología. De acuerdo a lo mencionado anteriormente consideramos que el uso de tecnología debe convertirse en una herramienta fundamental del aprendizaje, ya que esta pueda ser más atractiva para la obtención de conocimientos para los alumnos. Por lo cual queremos comprobar si el uso adecuado de las TIC desde la educación básica y media básica influye a la mejora del rendimiento en el área de matemáticas y poder abatir así los índices de reprobación y disminuir la deserción en alumnos de nivel medio superior.**

## PALABRAS CLAVE

Retrospectivo, pedagogía tradicional, aprendizaje, TIC

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la academia de ciencias básicas de nuestro instituto ha detectado un escaso nivel de dominio de las matemáticas con que ingresan la mayoría de Nuestros alumnos, debido a esto se atiende la necesidad de hacer un análisis retrospectivo de la forma en que se ha estado enseñando la materia de matemáticas en los niveles básico y medio superior.

Nuestra experiencia nos dice que al trabajar con grupos de cuarto semestre que están cursando materias de pre cálculo, cálculo diferencial y cálculo integral en nivel medio superior no se ha hecho uso de software para matemáticas para disminuir con ello los índices de reprobación escolar.

Ante el alarmante índice de reprobación a nivel profesional en instituciones de Educación Superior dentro del área de ciencias básicas, nace el interés de investigar cuales son las causas y motivos de estos alarmantes resultados, para buscar algunas alternativas pertinentes que permitan mejorar el rendimiento académico dentro de estas áreas.

## MARCO TEORICO

El aprendizaje a lo largo de la vida es un eje rector de la sociedad del conocimiento y es también el enfoque que toma el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCD E), para evaluar, cada tres años, desde el 2000, las competencias adquiridas por estudiantes de 15 años de edad en países miembros y asociados a dicho organismo internacional. Alrededor de 510000 estudiantes entre las edades de 15 años 3 meses y 16 años y 2 meses han participado en la evaluación, lo que representa unos 28 millones de 15 años de edad a nivel mundial. [9]

Para México la evaluación se enfocó en el área de matemáticas, los resultados PISA 2012 fueron comparados con el estudio de PISA 2003, debido a que ese año el enfoque también se concentró en matemáticas.

Los resultados claves que arrojó la prueba son los siguientes:

Entre PISA 2003 y PISA 2012, México aumentó su matrícula de jóvenes de 15 años en educación formal (del 58% a poco menos del 70%). El rendimiento de estos alumnos en matemáticas también mejoró (de 385 puntos en 2003 a 413 puntos en 2012).

---

<sup>1</sup> Encargado de la correspondencia emicheln4@hotmail.com

- Cabe destacar que el aumento de 28 puntos en matemáticas entre PISA 2003 y PISA 2012 fue uno de los más importantes entre los países de la OCDE. Sin embargo, en PISA 2012, el 55% de los alumnos mexicanos no alcanzó el nivel de competencias básicas en matemáticas.
- El alumno promedio en México obtiene 413 puntos en matemáticas. El puntaje promedio en la OCDE es de 494, una diferencia con México que equivale a casi dos años de escolaridad.
- Los alumnos mexicanos de más alto rendimiento obtienen el mismo puntaje que un alumno promedio en Japón.
- En matemáticas, el promedio de México de 413 puntos lo ubica por debajo de Portugal, España y Chile, a un nivel similar al de Uruguay y Costa Rica, y por encima de Brasil, Argentina, Colombia y Perú.
- En PISA 2003 existía una diferencia de 60 puntos entre alumnos en ventaja y desventaja social; en PISA 2012, esta diferencia bajó a 38 puntos. Asimismo, la variación derivada de factores socio-económicos disminuyó del 17% en 2003 al 10% para 2012.
- En México, la diferencia en el índice de calidad de los recursos educativos entre escuelas es la más alta de toda la OCDE y la tercera más alta de todos los participantes en PISA (detrás de Perú y Costa Rica), reflejando altos niveles de desigualdad en la distribución de recursos educativos en el país. [10]

El inicio de la inquietud hacia el tema, nos permite darnos cuenta que se han hecho menciones respecto al conocimiento de los estudiantes, donde autores como Sepúlveda, Vargas & Cristóbal [2] afirman que para adquirir el conocimiento se depende de la experiencia de las abstracciones, lo cual se traduce a interactuar por medio de la práctica. Mencionan también que el desarrollo de herramientas computacionales influye notablemente en el conocimiento disciplinar, y que la tecnología es parte esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas ya que puede aumentar las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes.

Otros autores como Ángel y Bautista citado en Cuicas, M., Debel, E., Casadei, L., Álvarez, Z., mencionan que a “los alumnos se les debe de convertir en profesionales creativos, con capacidad de raciocinio, sentido crítico, intuición y recursos matemáticos que les puedan ser útiles. Por lo tanto, el profesorado está obligado a buscar herramientas que permitan la utilización de tecnologías para crear y proporcionar un ambiente de trabajo dinámico e interactivo”. [2]

Por lo tanto es realmente importante una modificación en las estrategias de enseñanza tradicional de nuestras instituciones para insertar nuevas formas de enseñar las ciencias básicas, ya que se deben reincorporar herramientas novedosas y atractivas para la generación actual de jóvenes, que son personas muy relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación, ya que dentro de su vida cotidiana interactúan con ellas cada momento.

El docente debe de aprender a incorporar las TICS en sus clases para permitir la creatividad en sus alumnos, y se afirma que el 80% del profesorado muestra una predisposición personal y profesional positiva hacia la integración de las TIC en las clases de matemáticas, pero a pesar de ese alto nivel de disponibilidad, solo el 34,5% de los profesores de matemáticas hace que sus alumnos utilicen las TIC para el aprendizaje de las mismas. [4]

Es considerable mencionar que dentro del Nivel Medio Superior no existen suficientes estrategias de enseñanza aprendizaje respecto al uso de las TIC en las clases de Ciencias Básicas, limitando al alumno de la oportunidad de aprender por medio de la experiencia. Y restringiéndolos de que adquieran las competencias necesarias del saber hacer, refiriéndonos a potenciar las habilidades para el uso de tecnologías de la información; representar e interpretar conceptos en diferentes formas (numérica, geométrica, trascendente y verbal); modelar matemáticamente fenómenos y situaciones; pensamiento lógico, algorítmico, heurístico, analítico y sintético, logrando así, un aprendizaje de manera formal académica y no solo el uso de las TIC para su vida cotidiana

La enseñanza tradicional no proporciona al alumno o alumna herramientas para indagar, analizar y discernir la información. Para [3], “*los conocimientos impartidos son más bien automatizados, memorísticos y no fomentan el desarrollo de la iniciativa, la creatividad, ni la capacidad para comunicarse por distintas vías*”.

Estas son algunas de las razones principales por las que consideramos que el uso de software especializado dentro de la enseñanza en las materias de ciencias básicas enriquecería al alumno en su descubrimiento al aprendizaje y que le permitirá el poder apropiarse de una manera más adecuada al conocimiento. El inclinarnos a trabajar con el uso de las TIC, nos lleva a abrir nuevos horizontes de enseñanza dentro de nuestra región, para mostrar que aprender ciencias básicas puede ser una situación más atractiva para el estudiante, por medio de la manipulación de la tecnología a través de software apropiados y permitirá brindarles un factor de motivación mientras aprende.

No sorprende que en los países con mejores resultados educativos hayan podido integrar las nuevas tecnologías en el currículo de todas las asignaturas. Por ejemplo Reino Unido un 95,2% de las escuelas utilizan ordenadores en el aula y un 94,7% de los profesores que trabajan en esas escuelas consideran que los ordenadores e Internet están integrados en la mayoría de las asignaturas, en España estos porcentajes son

muy inferiores: el 47,6% y el 79,9% respectivamente. Si añadimos que un 93% del profesorado declara tener suficientes conocimientos de nuevas tecnologías, debido fundamentalmente a un uso personal de las mismas, parece que ni la falta de medios ni la falta de formación son responsables de la baja integración de las TIC en las aulas españolas. [3] Sin embargo en México la incorporación de las TIC en el aula son más bajas, pero se pretende iniciar a trabajar poco a poco con la integración de las mismas en la enseñanza de la educación básica.

Por lo expuesto anteriormente la academia de ciencias básicas del Instituto Tecnológico superior de Santa María de El Oro diseño el curso-taller LENGUAJE ESTRATEGIAS Y TECNOLOGIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS BASICAS; obteniendo después su registro en el catalogo nacional de formación continua para maestros de educación básica; una vez que fue revisado por un cuerpo colegiado a nivel nacional, fue aceptado y se programa en conjunto con los centros de maestros de la región para su impartición. Cabe señalar que dicho curso tiene validez para carrera magisterial lo que lo hizo atractivo para aumentar los currículos de los docentes.

Dentro de las Tecnologías de la información y la comunicación entran las herramientas informáticas abarcan sistemas de simulación y modelado, software matemático, sistemas multimedia, entre otros. Los beneficios que se obtengan de su uso en la labor docente, estarán en función de la capacidad que se tenga de su manejo y adecuación. Con el uso adecuado del software matemático, el/la docente debe convertirse en un facilitador y diseñador de situaciones de aprendizaje para desarrollar en el alumnado habilidades de auto aprendizaje. [5] En la actualidad el software más usado como de introducción para los niveles de primaria y secundaria es el cuaderno interactivo de notas de geometría de Cabri Geometri desarrollado por Jean Marie Laborde y Franck Bellemain. Dentro de las experiencias con que se cuenta como docentes es haber impartido diversos cursos aplicando este software, lo cual ha permitido conocer sus bondades, así como de la facilidad de su interface con el usuario, ya que al permitir seleccionar y desplazar objetos; facilita la construcción de figuras geométricas y gráficas y con esto desarrollar la competencia de un pensamiento geométrico analítico y abstracto.

El porcentaje de uso entre estos profesores de los programas más significativos son los siguientes:

Hoja de cálculo: 58%

Derive: 50% (programa comercial para cálculo matemático avanzado: variables, expresiones algebraicas, ecuaciones, funciones, vectores, matrices, trigonometría, etc. Con capacidades de calculadora científica, puede representar funciones gráficas en dos y tres dimensiones).

Cabri: 38% (software comercial de geometría dinámica. Permite la representación e interacción dinámica con construcciones geométricas bidimensionales). [4]

“Se deben crear ambientes de aprendizaje lo suficientemente dinámicos y poderosos para lograr en los alumnos una disposición para aprender a pensar activamente. El ambiente se deriva de la interacción del hombre con el entorno natural que lo rodea”. [5]

En el desarrollo de la estrategia el alumno cumple con un rol activo y se convierte en el principal responsable de su aprendizaje. Para lo cual se proponen: El aprendizaje auto dirigido, que promueve que el alumno aprenda de forma autónoma a través de la lectura, el análisis, la reflexión, la realización de tareas, la búsqueda de información y otras actividades que el permite desarrollar habilidades, actitudes y valores para desempeñarse en una sociedad global.

El aprendizaje colaborativo, por medio del cual el alumno aprende de forma colaborativa a través de la interacción y el trabajo en equipo con sus profesores y sus compañeros. El aprendizaje significativo, que promueve en el alumno un aprendizaje que le permite aplicar sus conocimientos, habilidades y actitudes en un entorno real. [6]

La nueva sociedad de hoy es de la información y el conocimiento, requiere de nuevos enfoques formativos que nos permitan *aprender a aprender* para seguir formándonos toda la vida. En este aspecto, el aprendizaje de (y con) las nuevas tecnologías desde una fase temprana del desarrollo educativo juega un papel fundamental. Contenidos más dinámicos, mayor flexibilidad de adaptación, interactividad o facilidad en la actualización de contenidos son algunas de las ventajas que ofrece la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las aulas de cualquier nivel educativo. [4]

En el caso particular de la enseñanza de las matemáticas, se resume muy bien en: el uso del ordenador en clase de Matemáticas favorece la adquisición de conceptos, permite el tratamiento de la diversidad y el trabajo en grupo, y es un elemento motivador que valora positivamente el error.

El uso de tecnologías en la enseñanza de la matemática permite en el alumnado el desarrollo de habilidades del pensamiento como: explorar, inferir, hacer conjeturas, justificar, argumentar y de esta forma construir su propio conocimiento Fernández, Izquierdo y Lima, [7] generar variadas “*experiencias y aplicaciones orientadas a producir, calcular, graficar, modelar, explorar, visualizar, clasificar, comparar, aplicar, informar, simular o aplicaciones en que se integra la matemática a otras disciplinas*” [3]

El reto educativo actual del sistema escolar en nuestro país no es, en estos momentos, la dotación de infraestructura de telecomunicaciones y equipamientos informáticos a los centros, sino la innovación del

modelo de enseñanza desarrollado por el profesorado con las TIC en el aula. Se propone que este proceso innovador debiera tener como eje de referencia el desarrollo de las competencias informacionales y digitales destinadas a preparar al alumnado como ciudadano autónomo, inteligente y crítico ante la cultura del siglo XXI. [8]

Uno de los objetivos del curso fue Dotar a los participantes de conocimientos referentes al uso y dominio de los lenguajes oral y escrito matemático (a través de su desarrollo histórico), así como de las herramientas metodológicas para la enseñanza de la ciencia; apoyados en las tecnologías de la información y comunicación que la actualidad demanda.

Ante los retos de lograr un perfil de egreso en los estudiantes, el cual contenga rasgos que le permitan desenvolverse en cualquier ámbito; se busca colaborar mediante la formación de competencias para la vida, que además de conocimientos y habilidades incluyen actitudes y valores para enfrentar con éxito diversas tareas.

Por tal motivo se diseñó esta propuesta de curso orientado a maestros del área de matemáticas de nivel básico, con el objetivo de colaborar en el proceso de articulación de los niveles primaria y secundaria obligatorios, para lograr en los estudiantes una consolidación en el proceso de estudio del área respectiva; mediante el empleo de tecnologías de información y comunicación (TIC) como recurso para incrementar la calidad de la enseñanza, aumentar la cobertura y lograr atraer más la atención al manipular y observar hojas de trabajo.

Con esto se busca lograr la eficacia de los planes y programas educativos que no sólo requieren de un gran compromiso por parte de todos los involucrados, sino también de la implementación y uso de estrategias modernas.

## CONCLUSIONES

Al impartir el curso LENGUAJE ESTRATEGIAS Y TECNOLOGIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS BASICAS los docentes que forman parte de este proyecto se han dado a la tarea de regresar a las aulas para intercambiar opiniones respecto al nivel con que egresan los alumnos de este nivel y como es necesario cambiar algunos paradigmas respecto a las estrategias de enseñanza aprendizaje para adquirir el nivel requerido en educación superior específicamente en ingeniería ya que en nuestra región detectamos un escaso nivel de conocimiento en algunas competencias. Por lo que al regresar a capacitar de origen a los docentes de nivel básico de la región suponemos que estamos contribuyendo de manera indirecta a ampliar sus estrategias de enseñanza aprendizaje incorporando el uso de las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC).

La información que contiene el curso gira en torno al correcto uso del lenguaje matemático las estrategias recomendadas para la enseñanza de las matemáticas aprovechando las inteligencias múltiples y los saberes, las dinámicas de tipo lúdico, el correcto diseño de hojas de trabajo y finalmente el apoyo de las tecnologías de la información y comunicación con que cuentan en las aulas.

Los docentes que participan en el curso, adquieren nuevas herramientas en la enseñanza de las matemáticas básicas; e intercambian experiencias con docentes de nivel primaria y secundaria; y nos permiten a los ponentes comprender el porqué del escaso nivel académico en matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso de nuestra institución, para generar una sinergia favorable a la nivelación de conocimientos.

Es así como la academia de ciencias básicas del Instituto Tecnológico Superior de Santa María del Oro observo la problemática en la enseñanza de las matemáticas de nivel básico en la región noroeste del estado de Durango desde raíz y contribuye compartiendo experiencias y conocimientos con docentes de niveles básicos sobre todo en materia de tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la enseñanza de las matemáticas. En la actualidad nuestra institución ha definido ya sus líneas de investigación, de las que sobresale la de "Investigación Educativa" y que está en etapa de construcción de protocolos de investigación para uso de las Tics en los diferentes niveles de educación. En la actualidad la zona noroeste de la región que comprende los municipios de San Bernardo, Ocampo, Hidalgo, Indé y El Oro todos ellos del estado de Durango y se están en la etapa de recolección de datos para nuestras investigaciones y posteriores conclusiones.

La información que contiene el curso gira en torno al correcto uso del lenguaje matemático las estrategias recomendadas para la enseñanza de las matemáticas aprovechando las inteligencias múltiples y los saberes, las dinámicas de tipo lúdico, el correcto diseño de hojas de trabajo y finalmente el apoyo de las tecnologías de la información y comunicación con que cuentan en las aulas.

A la fecha se han capacitado aproximadamente 226 docentes de la región norte del estado de Durango y en la actualidad se tiene programados más grupos en municipios del centro del estado.

## REFERENCIAS

- [1] Rodríguez, Milagros Elena (2010). Matemática, cotidianidad y pedagogía integral: tendencias oferentes desde una óptica humanista integral. REIFOP, 13 (3), 105-112.
- [2] Armando Sepúlveda López, Verónica Vargas Alejo, César Cristóbal Escalante (2013) *Problemas geométricos de variación y el uso de software dinámico*. Revista Didáctica de Matemáticas. Volumen 82, páginas 65-87.
- [3] Marisol Cuicas Ávila, Edie Debel Chourio, Luisa Casadei Camiel, Zulma Álvarez Vargas (2007) *el software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas*. Revista Electrónica publicada por el Instituto de Investigación en Educación. Volumen 7, Número 2, pp. 1-34
- [4] Miguel A. Abánades, Francisco Botana, Jesús Escribano y Luis F. Tabera (2009) *Software matemático libre*. La Gaceta de la RSME, Págs. 3–24.
- [5] Revista Electrónica publicada por el Instituto de Investigación en Educación Universidad de Costa Rica ISSN 1409- 703 <http://revista.inie.ucr.ac.cr> Volumen 7, Número 2 Mayo-Agosto 2007 pp. 1-34
- [6] Duarte Jaqueline (2010) Competencias docentes para la Educación Media Superior. Ambientes de aprendizaje. Una aproximación conceptual. Pp. 1-11 consultado en <http://www.rieoei.org/deloslectores/524Duarte.PDF>
- [7] Fernández, F., Izquierdo, J., Lima, S. (2000) *Experiencias en la estructuración de clases de matemáticas empleando asistentes matemáticos y colección de tutoriales hipermedia les*, Vol. 10.
- [8] Manuel Área Moreira (2008) *Innovación pedagógica con tic y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales*. *Investigación en la escuela*, N° 64, pp. 5-18
- [9] OCDE, PISA 2012 results <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm>
- [10] <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>

## Reducción de consumo de nitrógeno en laboratorio de pruebas de vida acelerada utilizando metodología DMAIC

Ing. Santiago Irán Ávila Loya<sup>1</sup>, Dr. Jaime Sánchez Leal<sup>2</sup>, Ing. Francisco Iván Ávila Loya<sup>3</sup>

**Resumen—** La presente investigación plasmada en este escrito demuestra la aplicación de Seis Sigma mediante la metodología denominada DMAIC para la reducción de consumo de nitrógeno líquido utilizado para el desarrollo de pruebas de vida acelerada de productos automotrices para su validación. En específico, se aplicó la metodología DMAIC para encontrar las deficiencias dentro del sistema de distribución de nitrógeno líquido, así como es la afectación del consumo por un mal uso del equipo para realizar las pruebas térmicas. Todo esto para encontrar causas raíces para una reducción en el consumo mensual y anual de nitrógeno líquido.

**Palabras clave—**Six Sigma Transaccional, DMAIC, nitrógeno líquido, laboratorio, pruebas de vida acelerada.

### Introducción

Para mejorar la calidad de un sistema de manufactura o servicio es necesario utilizar un enfoque formal al análisis de desempeño del sistema y a la búsqueda de formas de mejorar dicho desempeño. El “DMAIC” (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es la metodología de mejora de procesos usado por Seis Sigma, y es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada (McCarty et al., 2004).

Las operaciones dentro de un laboratorio de pruebas de vida acelerada consiste básicamente a someter a productos del ramo automotriz a pruebas de funcionales, desempeño y durabilidad simulando la operación de productos como si estos productos estuvieran en operación en un vehículo. Las pruebas de durabilidad son las que requieren la mayor cantidad de nitrógeno líquido para poder satisfacer las necesidades de prueba, dado que estas pruebas en el mayor de los casos se llevan a cabo por largos periodos.

Generalmente se llevan a cabo dos tipos de prueba en el área de durabilidad, los cuales son llamadas prueba de termo-ciclo y termo-shock. Básicamente las pruebas de termo-ciclo y termo-shock consisten en mantener por tiempos determinados el producto en condiciones de temperatura extremos, en la mayoría de los casos los rangos de temperatura van de los -40°C hasta los 165°C, el tiempo en el que se mantienen en temperatura baja o temperatura alta según sea el caso puede variar dependiendo el tipo de perfil que se pida por el cliente. La diferencia en una prueba de termo-ciclo y una de termo-shock es el tiempo de transición de una temperatura baja a una temperatura alta, por lo general una prueba de termo-ciclo tiene un tiempo de transición de 30 minutos de una temperatura de -40°C a 165°C, la prueba de termo-shock lleva a cabo esta transición en un pequeño lapso de tiempo de 10 segundos, es por eso el nombre de termo-shock (cambio de temperatura de golpe).

En la figura 1 se indica una representación gráfica de una prueba de termo-ciclo llevada por un lapso de 72 horas, con un perfil de temperatura: 50 ciclos de 30 minutos en -40°C con un tiempo de transición de 10 minutos para llegar a 150°C por 30 minutos.

<sup>1</sup> Ing. Santiago Irán Ávila Loya es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, [santiago.iran\\_avila@outlook.com](mailto:santiago.iran_avila@outlook.com)

<sup>2</sup> Dr. Jaime Sánchez Leal es Investigador en Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, [jsanchez@itcj.edu.mx](mailto:jsanchez@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> Ing. Francisco Iván Ávila Loya es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, [ivan\\_aviloya@hotmail.com](mailto:ivan_aviloya@hotmail.com)



Figura 1. Grafica de perfil térmico (prueba termo-ciclo)

Existe algunas pruebas donde los perfiles térmicos es a una temperatura constante durante un tiempo determinado por el cliente y especificaciones del producto, esta prueba se le llama “Cold Soak”, la cual consiste en mantener el producto o pieza(s) en una temperatura de -40°C. En la figura 2 se muestra una prueba de “Cold Soak” sometida durante 3 días aproximadamente.

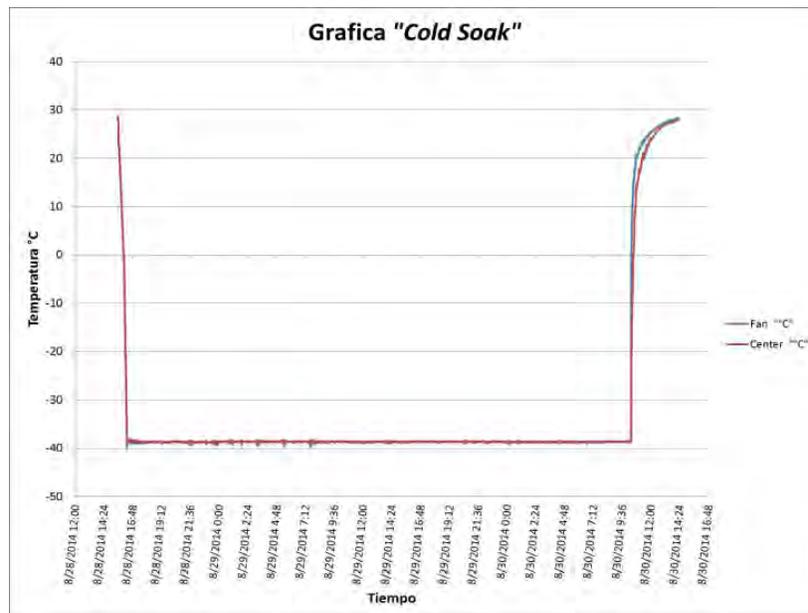


Figura 2. Grafica de perfil térmico (prueba “Cold Soak”)

Actualmente en cualquier compañía es sustancialmente importante el ahorro de recursos, es primordial encontrar la mejor manera de utilizar los recursos, en este caso es de suma importancia el ahorro por medio del uso de nitrógeno líquido. El notorio consumo por parte de este servicio, provoco que fuera necesario aplicar contramedidas para atacar el problema. Debido a que en la compañía se maneja una metodología ya establecida para solución de problemas, la cual consiste en la metodología llamada “Six Sigma Transactional”, donde está apoyada básicamente por una herramienta llamada “DMAIC” por sus siglas en ingles.

### Descripción del Método

En la presente investigación se busca implementar la metodología “Six Sigma Transactional” para resolver el problema mediante la herramienta denominada “DMAIC”, la cual se describe mediante la literatura. Debido a que es una metodología ya existente y aplicada por la compañía en cuestión, se siguieron una serie de pasos y/o procesos que se establecen dentro de la metodología “DMAIC”.

#### *Búsqueda bibliográfica*

El análisis y mejora de procesos es una alternativa para mejorar las operaciones dentro de una organización, sin embargo sin un procedimiento científico que soporte y permita alcanzar las metas establecidas, los intentos fallidos pueden ser muchos, generando un uso indebido de recursos de la organización (Acuña, 2005). En la Figura 3 se muestra el diagrama del ciclo “DMAIC”

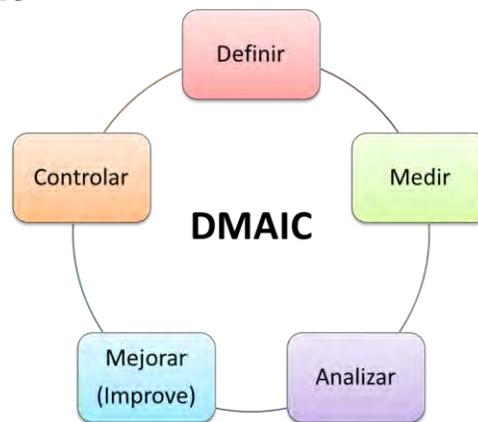


Figura 3. Ciclo DMAIC

#### *Definir*

En el artículo denominado Plan de implementación de Six Sigma en el proceso de admisiones de una institución de educación superior (Arango y Salvador; 2014) describe como la primer etapa como definir oportunidades, la cual consiste en establecer la causa de un problema especificando sus límites.

#### *Medir*

En la etapa de medir o medición (Ocampo y Pavón; 2012), establecen que medir es cuando una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso. Se deben de caminar el proceso de tal manera de identificar las entradas y salidas del proceso, así como también sus variables. De igual manera (Arango y Salvador; 2014), definen la etapa de medir como la evaluación de las necesidades críticas del cliente con el fin de aplicar una metodología que permita la recolección eficaz de datos para medir el rendimiento del proceso.

#### *Analizar*

En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables de respuesta del proceso (Joya y Salazar; 2009). Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando “DMAIC” (Ocampo y Pavón; 2012).

#### *Mejorar*

En la etapa de mejorar (Yu y Ueng; 2012) definen que después de que el proceso descrito en la fase de análisis se ha completado, los factores relaciones emergen con más claridad, y la compañía o los individuos son más capaces de presentar algunas mejoras concretas en las actividades. Para poder aplicar la mejora o mejoras previamente se debe ser capaz de identificar las soluciones potenciales para posteriormente seleccionar la mejor opción o solución. Después de haber seleccionado la mejor solución se hacen pruebas para documentar las acciones realizadas y si se requiere realizar acciones correctivas, así sucesivamente pasar a la siguiente etapa que es controlar.

#### *Controlar*

Control del desempeño del proceso y aseguramiento de que los defectos y problemas no ocurrirán de nuevo (Morato; 2009). Esta etapa consiste básicamente en tratar de asegurar que la corrección o el nuevo proceso implementado sigan al pie de la letra su procedimiento para poder asegurar que la mejora implementada tenga un impacto significativo, dando como consecuencia un mejor proceso.

### Resultados

La metodología “DMAIC” utilizada en esta investigación tiene como resultado por si misma una serie de resultados que van siendo obtenidos mediante va avanzando cada una de las etapas en que consiste la metodología, a continuación se muestra el resultado de cada una de las etapas.

#### Definir

El objetivo de esta fase del proceso es validar una oportunidad de mejora e identificar las necesidades y requisitos del cliente. La figura 4 muestra la distribución del sistema de nitrógeno, donde se pueden apreciar sus entradas y salidas.

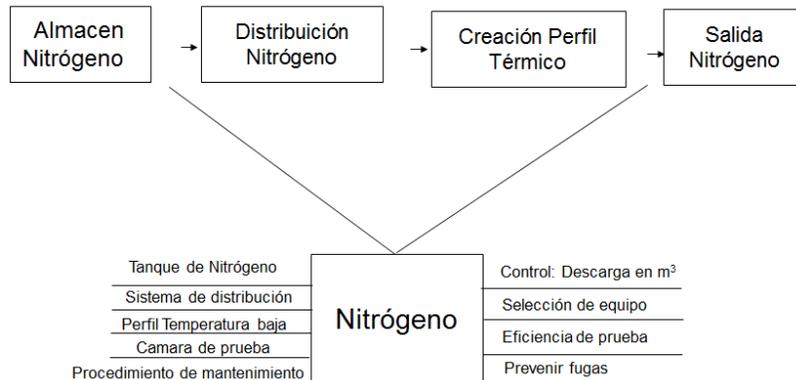


Figura 4. Definición del control de nitrógeno (entradas y salidas)

#### Medir

En esta etapa el equipo se dio a la tarea de concentrar por medio de graficas de Pareto el consumo de nitrógeno mensual durante todo el año 2013 para posteriormente poder compararlo con los resultados esperados para el año 2014. En la figura 5 se muestra el consumo de nitrógeno del año 2013.

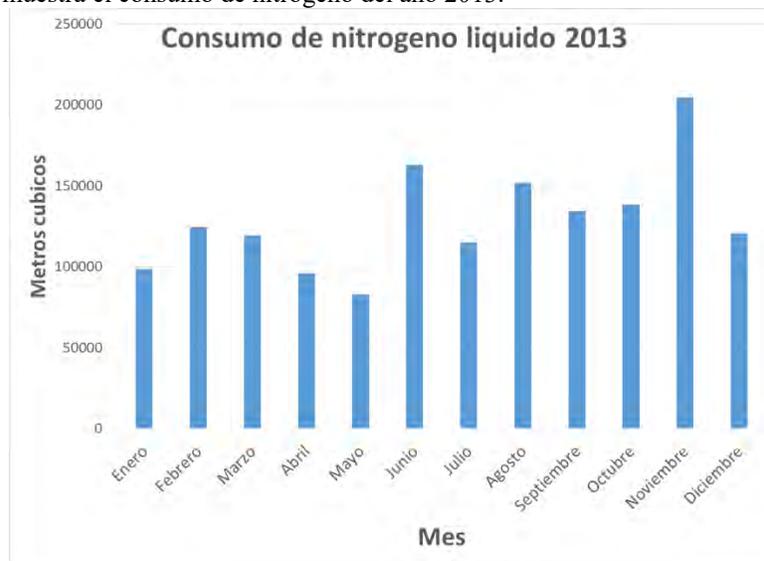


Figura 4. Grafica consumo mensual de nitrógeno 2013

#### Analizar

En la etapa de analizar se dio a la tarea de caminar el proceso para poder conocer de mejor manera los puntos de mejora o en su caso cual es el principal problema que propicia el desperdicio de nitrógeno. En esta etapa se puede apreciar mediante la figura 6 que el problema que más afecta al consumo de nitrógeno es la perdida de dicho liquido por medio de las fugas en los sistemas de entrada de nitrógeno en las cámaras térmicas.



Figura 6. Sistema de tuberías congeladas por fugas de nitrógeno

*Mejorar*

En esta etapa se dio a la tarea de identificar la potencial solución obtenida durante el análisis previo, donde se encontró que el principal problema son las fugas debido a las tuberías del sistema de inyección de nitrógeno, para corregir este proceso se dio a la tarea de crear un nuevo dispositivo llamado “manifold”(colector múltiple) para poder prevenir las fugas y tener mejor control en la inyección de nitrógeno de forma más eficiente, dado que la tubería interna fue modificada por otro material de mejor calidad. En la figura 7 se puede observar la mejora obtenida e implementada para poder solucionar el problema de fuga de nitrógeno.



Figura 7. Colector múltiple implementado

*Controlar*

En la etapa de control o controlar, como dice su palabra se aseguró que el nuevo dispositivo fuera instalado en todas las cámaras de temperatura con las que cuenta el laboratorio para poder evaluar el nuevo proceso, todo esto para poder hacer un análisis del nuevo proceso. En la figura 8 se muestra el consumo de nitrógeno del año 2014 ya con la mejora implementada.

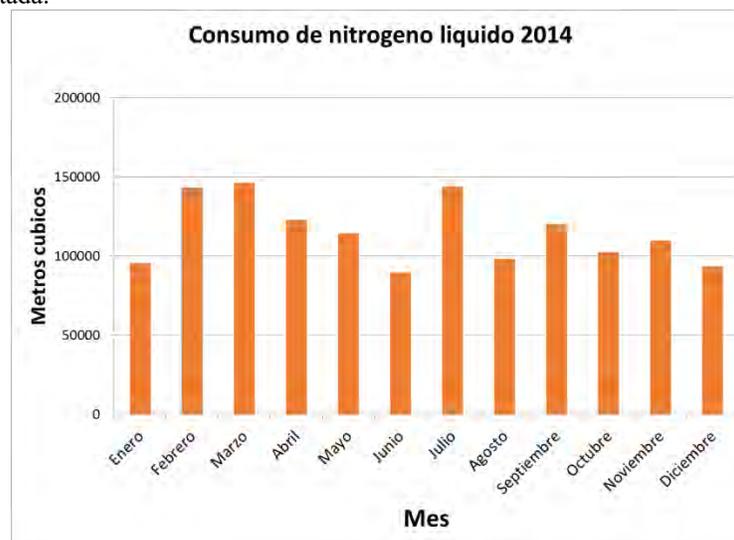


Figura 8. Grafica consumo mensual de nitrógeno 2014

Para poder realizar el análisis sobre la comparación de los años 2013 y 2014 fue necesario la consulta del libro de probabilidad y estadística (Walpole; 1992) para poder saber qué tipo de análisis estadístico utilizar en el programa minitab 15 donde se arrojaron los siguientes datos mostrados en la figura 9.

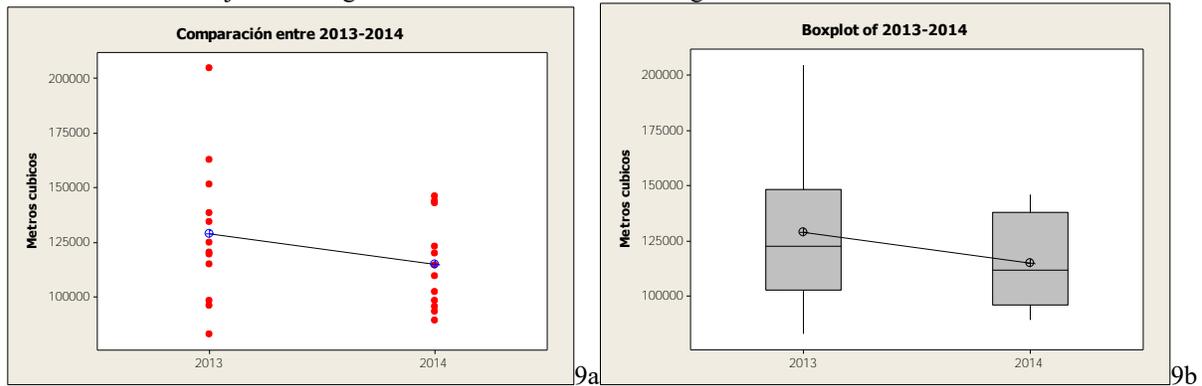


Figura 9. Análisis estadístico en minitab 15

### Conclusiones

El presente trabajo demuestra la aplicación exitosa de la metodología DMAIC para la reducción del consumo de nitrógeno dentro de un laboratorio de pruebas de vida acelerada, se demostró que hubo una considerable reducción de los metros cúbicos de nitrógeno líquido utilizado mensualmente durante el año 2014.

Las gráficas e ilustraciones demuestran que el impacto de este proyecto es de suma importancia para el ahorro de insumos dentro de una compañía de diseño y validación de productos automotrices, donde se llevan a cabo pruebas de térmicas. Cabe señalar que este tipo de proyectos puede ser una buena referencia para que la compañía posteriormente siga adelante con más proyectos similares.

En la aplicación de la metodología “DMAIC” se pudo concluir que un proyecto de este tipo que está vinculado a la metodología de seis sigma tiene la finalidad de llevar a cabo una serie de pasos sucesivos que se deben de apoyar en un análisis estadístico como lo afirma (Solano Néstor; 2013).

### Referencias

- Acuña Acuña, J. (2004). Mejoramiento de la calidad: Un enfoque a los servicios. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica.
- McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L. (2004). Six sigma black belt handbook. McGraw-Hill
- Kun-Tzu Yu y Ren-Gen Ueng (2012). Enhancing teaching effectiveness by using the Six-Sigma DMAIC model. EBSCO Host
- Juan Sebastián Morato Orozco (2009). Reducción de gasto energético eléctrico usando seis sigma. EBSCO Host
- Solano Nestor C. (2013) Optimización del consumo de disolvente Lule 10 en un proceso litográfico a partir de la metodología DMAMC de programas seis sigma. Prospectiva, 11(2), 46-52.
- Martínez, D. M. A., & Álvarez, B. E. Á. (2012). Plan de implementación de six Sigma en el proceso de admisiones de una institución de educación superior. Prospectiva, 10(2), 13-21.
- Ocampo, J. R., & Pavón, A. E. (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. Honduras: Universidad Tecnológica Centroamericana.
- Joya Riquelme, Lizeth, y Salazar Reyes, J. A. (2009). Optimización del proceso de aplicación de avena a las barras OATSBAR en la empresa BELL´S aplicando la metodología DMAMC de six sigma (Tesis Doctoral).

# APLICACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA, PARA LA MEJORA CONTINUA DE UN TALLER AUTOMATIZACION Y MAQUINAS Y HERRAMIENTAS

Ing. Francisco Iván Ávila Loya<sup>1</sup>, Dr. Jaime Sánchez Leal<sup>2</sup>,  
Ing. Santiago Irán Ávila Loya<sup>3</sup>

**Resumen**—La aplicación de Manufactura Esbelta consiste en disminuir los desperdicios, o en su mejor caso eliminarlos por completo, para lograr se han utilizado diversas herramientas, siendo las elegidas las 5 disciplinas (5 s'), Control Visual, KanBan, Kaizen y Mantenimiento Total Productivo (TPM). El correcto desarrollo de un sistema de Ingeniería Industrial como lo es la Manufactura Esbelta en el taller de máquinas y herramientas, ha proporcionado una mejora en la entrega a tiempo, y reducción de los defectos en el maquinado, generando así una mayor aceptación por los clientes.

Los resultados obtenidos se analizaron con herramientas estadísticas, que son la prueba para dos poblaciones y la prueba de Mann-Whitney.

**Palabras clave**—Manufactura Esbelta, entrega a tiempo, defectos, máquinas y herramientas, automatización

## Introducción

En el mundo actual, toda compañía debe contar con sistemas de manufactura flexible, compacta y funcional. Pero estos sistemas prioritariamente deben tener en sí, la filosofía de la mejora continua, todo esto para ser capaces de poder sobrevivir a los cambios que el mercado va demandando día a día.

Hoy en día se puede atrever a decir que la mayoría de las empresas utilizan los enfoques de manufactura esbelta, dichos enfoques han sido tan exitosos en su aplicación que siguen siendo la mejor manera de que los sistemas de manufactura puedan subsistir. La mayoría de las personas que utilizan esta filosofía están muy familiarizado con el Sistema de producción Toyota (TPS), el ejemplo a seguir para la implementación de manufactura esbelta.

Eiji Toyoda y Taiichi Ohno empezaron a crear su sistema TPS, a partir de una visita que realizaron a una planta de Henry Ford, donde él había implementado un sistema de manufactura para la fabricación en masa, pero a su contrario lo que ellos propusieron fue producción a escala, debido a las necesidades y pocos recursos que se contaban en ese tiempo en Japón (Mann, 2005).

Uno de los principales objetivos de la implementación de la manufactura esbelta es la reducción o eliminación de desperdicios, actualmente existen infinidad de literatura para la comprensión de esta filosofía. Pero Jaime Sánchez y Adán Valles nos detallan una breve guía de implementación (Sánchez y Valles, 2011).

Una vez que la empresa reconoce la necesidad de cambiar para competir, tenemos que definir un camino a seguir en la aplicación de Manufactura Esbelta. Esta guía consta de 5 fases: planificar, implementar, desplegar, integrar y mejora continúa. Las cuatro primeras etapas por lo general se concretaron a partir del 1 año mínimo 10 años en función de la inversión de tiempo y recursos en el proyecto. Fase 5 no tiene fin, porque Manufactura esbelta es una filosofía que hay que trabajar durante toda la vida de una organización (Sánchez y Valles, 2011).

El propósito de la guía de implementación es ayudar en la comprensión de una metodología completa y define los pasos a seguir cuando conocemos las herramientas de Manufactura Esbelta, pero no la secuencia para implementar el proceso. La Guía para la aplicación de Manufactura Esbelta se divide en 5 fases:

- Fase 1: Planeación, la duración es de 1 a 6 meses.
- Fase 2: Aplicación, la duración es de 3 a 6 meses.
- Fase 3: Desplegar, la duración es de 2 a 12 meses
- Fase 4: Integración, la duración es de 3 a 6 meses
- Fase 5 Mejora continua, para siempre y siempre

<sup>1</sup> El Ing., Francisco Iván Ávila Loya es estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [ivan\\_aviloya@hotmail.com](mailto:ivan_aviloya@hotmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Jaime Sánchez Leas es Maestro Catedrático e Investigador en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez [jsanchez@itcj.edu.mx](mailto:jsanchez@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> El Ing., Santiago Irán Ávila Loya es estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [santiago.iran\\_avila@outlook.com](mailto:santiago.iran_avila@outlook.com)

### Métodos

En la elaboración de la presente investigación se utilizó un enfoque de manufactura esbelta, que comprende métodos cuantitativos como a su vez de cualitativos, una característica de esta investigación es el estudio de las diferentes técnicas de manufactura esbelta, para su posterior aplicación y así evaluar el nivel de reducción o eliminación de desperdicios.

Para la investigación, se procedió a conformar un equipo de trabajo, entre tres partes involucradas, ingeniería, calidad y producción, claro dejando de manera constante la intervención de la gerencia. Este plan de trabajo se acordó de acuerdo al análisis de la metodología a utilizar (Manufactura Esbelta) que nos remarca la creación de equipos de trabajo para la solución de problemas, agregado a esto se integró a la gerencia, para que se encuentre directamente relacionado con la toma de decisiones (aprobación).

#### *Recolección de datos*

A partir de la formación de equipos, se analizó la situación de la empresa, en cuanto al problema a resolver, todo esto para tener un punto de partida. Principalmente los datos se obtuvieron del análisis del historial de órdenes de trabajo, para calcular el promedio de cada uno los problemas que se solucionaran (factores medibles), los cuales son calidad y entrega a tiempo.

En estos datos la calidad se clasifico en tres diferentes categorías:

- Re-trabajo parcial, la pieza solo es re-trabajado para darle la medida correcta o en su caso el acabado necesario, pero no requiere de volver a hacer la pieza.
- Re-trabajo mayor, igual que anterior solo se re-trabaja la misma pieza, pero la diferencia radica en que se tienen que utilizar operaciones especiales, para poder realizar el re trabajo.
- Re-trabajo Total, se refiere a utilizar material nuevo, y a realizar desde cero la pieza en cuestión.

El análisis de datos nos muestra el panorama general de la empresa, y a partir de allí, se elaboró el plan de trabajo para eliminar o disminuir dichos problemas.

La muestra fue tomada de 100 órdenes de trabajo para tomar los datos que muestren el nivel de entrega antes de la implementación, la tabla que se presenta a continuación muestra los datos con retrasos en el tiempo de entrega y se encuentra en número positivo y las ordenes de trabajo que se entregaron a tiempo se representan con “0” y las ordenes que se entregan antes de la fecha promesa se representan con un signo negativo (-).

Tiempo de entrega (Días)				
2	12	5	3	6
11	3	0	1	1
5	1	7	-3	2
21	1	2	5	10
0	0	15	7	7
6	3	11	8	-1
7	5	7	-2	6
2	1	62	5	4
-1	-2	8	3	3
8	3	24	12	9
0	1	12	15	5
-2	0	5	0	-5
-1	1	7	7	0
3	1	0	16	-1
7	4	-1	3	3
5	6	0	8	5
10	-2	31	19	14
-4	3	2	11	20
-2	2	8	7	0
4	2	6	2	5

Tabla 1. Tiempo de entrega antes de la implementación de Manufactura Esbelta

La tabla 2 muestra el número de defectos, clasificados como se mencionó anteriormente, y se tomó de una muestra de 100 órdenes de trabajo.

Calidad	
Criterio	Cantidad
Piezas Buenas	47
Re trabajo parcial	32
Re trabajo Mayor	13
Re trabajo Completo	8
Total	100

Tabla 2. Numero de defectos antes de la implementación de Manufactura Esbelta

### *Implementación*

Reconociendo las necesidades y los problemas que se presentaron, además añadiendo que el equipo de trabajo estaba listo, se elaboró el plan de acción, esto para la implementación de manufactura esbelta en el taller, teniendo en cuenta los datos proporcionados por el resultado del cuestionario.

### *Desperdicios*

La mayoría de los autores, por ejemplo (Sánchez, 2011) indican que el primer paso para la implementación de Manufactura Esbelta es el detectar los desperdicios con los que la empresa cuenta, para saber de qué forma atacarlos, por ellos se realizó el cuestionario del estado actual del área, que nos indicó donde se encontraban los problemas (desperdicios) a atacar.

### *Implementación de las 5 disciplinas (5s')*

El siguiente paso fue la implementación de las 5 disciplinas (5'S), se desarrolló de inicio las primeras dos disciplinas (clasificar y ordenar), y se trabajó con ellas simultaneas, al clasificar y ordenar todos los materiales, equipos, áreas de trabajo, enseguida se realizaron planes y rutinas de limpieza, para el lugar de trabajo se encuentre limpio y ordenado en todo tiempo, implementando así la tercer disciplina (limpieza).

Estas tres primeras, antes mencionadas (clasificar, ordenar, limpieza) disciplinas se reforzaron con la estandarización de estas tareas, de acuerdo a esto se documentó y se dejó muy claras las instrucciones de cómo realizarlas, por último, para mi entender la más complicada de esta metodología la disciplina, dado que todo lo anterior se debe mantener, y tratar de cambiar el pensamiento a las personas, es muy difícil, en ocasiones esto puede llevar demasiado tiempo, pero la perseverancia y tolerancia, tendrán que ser un buen aliado, para lograr estos objetivos(Dennis, 2007).

### *Control Visual*

La colocación de elementos visuales que nos indican información importante, añadiendo de que se realicen de forma clara, ayuda a un mejor entendimiento de la situación de la empresa, por ello se colocaron letreros visuales que indiquen la posición de las cada cosa, la ubicación de la maquinaria, la circulación, nombre de cada estación de trabajo, y en general de cada objeto o lugar que sea necesario identificarlo, además se instalaron pizarrón con el estatus actual de cada uno de los proyectos o a su vez de cada orden de trabajo (SETH, 2005).

### *Poka-Yoke*

El principal problema que se tenía, fue que no se encontraba debidamente identificados los materiales, en particular aceros, aquí un problema de calidad, porque se utilizaba el material incorrecto, esto por la similitud de los mismos, aunque originalmente estos aceros, vienen identificados según su clasificación, dichos materiales, cuando son surtidos por el proveedor si vienen identificados, pero al transcurso del tiempo y sobre todo uso, el color que los identifica va desapareciendo, haciendo de esto algo complicado para su identificación, es por ello que implemento un kanban visual, que junto con las herramientas de las 5 disciplinas, será de fácil identificación cada uno de los materiales (Mann, 2005).

### *Kaizen*

Talvez una de las más importantes técnicas de manufactura esbelta, esta filosofía tiene como principal objetivo la mejora continua. la implementación de esta técnica, se llevara a cabo día a día, tomando en cuenta el aporte de cada uno de las personas que laboren en la empresa, y cada idea será tomada en cuenta para su análisis.

### *TPM (Mantenimiento total productivo)*

La aplicación de esta técnica, provee el correcto funcionamiento del equipo de trabajo (maquinaria), se enfocó principalmente en el mantenimiento autónomo, donde cada técnico operario, fue el responsable de brindar la lubricación, limpieza y sujeción de su máquina en turno, además que se elaborara hojas de verificación de los puntos importantes a limpiar, lubricar y ajuste.

También se generó un calendario de mantenimiento preventivo, este fue elaborado de cero, debido a que en mantenimiento no se tenía nada implementado, además se creó un manual de mantenimiento preventivo, el cual se complementó con una hoja de revisión, la programación de los mantenimientos se realizaron de acuerdo a los requerimientos de producción y planeación de ingeniería.

*Tratamiento de los datos*

Los datos obtenidos después de la implementación de las diferentes herramientas de Manufactura Esbelta, arrojo las tablas que se muestran a continuación, dichos datos se agruparon de igual manera de cómo se efectuó antes de la implementación, debido a un tiempo corto de implementación, la muestra fue de 70 órdenes de trabajo. Los resultados se muestran en la tabla 3 y tabla 4.

Tiempo de entrega (Días)			
0	-2	0	3
5	-1	6	-1
0	0	-1	-2
3	0	-1	-1
0	4	-3	-1
6	-2	5	0
3	-1	0	-4
5	4	0	7
9	7	-1	-5
7	-1	5	-1
-1	12	-3	0
-1	-1	-5	-1
0	0	-1	-2
0	0	-2	10
4	-2	0	-4
-2	9	-4	4
-1	-4	-1	
4	0	-2	

Tabla 3. Tiempo de entrega antes de la implementación de Manufactura Esbelta

Calidad	
Criterio	Cantidad
Piezas Buenas	52
Re trabajo parcial	10
Re trabajo Mayor	5
Re trabajo Completo	3
Total	70

Tabla 4. Numero de defectos antes de la implementación de Manufactura Esbelta

**Resultados**

La Prueba de hipótesis para proporciones de dos poblaciones tiene el fin de determinar si son significativamente diferentes. Este procedimiento utiliza la hipótesis nula de que la diferencia entre las proporciones de dos poblaciones es igual a un valor hipotético ( $H_0: p_1 - p_2 = P_0$ ), y la prueba comparándola con una hipótesis alterna, la cual puede ser indistintamente de cola izquierda ( $p_1 - p_2 < P_0$ ), de cola derecha ( $p_1 - p_2 > P_0$ ), o de dos colas ( $p_1 - p_2 \neq P_0$ ). Se utilizó esta prueba para determinar el nivel de significancia, si la correcta aplicación de manufactura esbelta aumento el número de piezas buenas, además de que los defectos disminuyeron. Usando Minitab 16 se llevó a cabo dicho análisis arrojando los siguientes resultados mostrados en la figura 1.

<b>Prueba e IC para dos proporciones</b>			
Muestra	X	N	Muestra p
1	47	100	0.470000
2	52	70	0.742857
Diferencia = p (1) - p (2)			
Estimado de la diferencia: -0.272857			
Límite superior 95% de la diferencia: -0.154019			
Prueba para la diferencia = 0 vs. < 0: Z = -3.78 Valor P = 0.000			
Prueba exacta de Fisher: Valor P = 0.000			

Figura 1. Prueba para dos proporciones para piezas buenas.

Los resultados nos muestra un Valor P <0.05, lo que nos hace rechazar  $H_0$  dado que existe evidencia suficiente que nos indica el nivel de mejoría en piezas buenas después de la implementación de Manufactura Esbelta.

En cuanto a los defectos los resultados se pueden observar en la figura 2.

<b>Prueba e IC para dos proporciones</b>			
Muestra	X	N	Muestra p
1	53	100	0.530000
2	18	70	0.257143
Diferencia = p (1) - p (2)			
Estimado de la diferencia: 0.272857			
Límite inferior 95% de la diferencia: 0.154019			
Prueba para la diferencia = 0 vs. > 0: Z = 3.78 Valor P = 0.000			
Prueba exacta de Fisher: Valor P = 0.000			

Figura 2. Prueba para dos proporciones para los defectos.

Los resultados arrojados por Minitab nos indica que el Valor P <0.05, lo que nos hace rechazar  $H_0$  dado que existe evidencia donde muestra que el nivel de piezas defectuosas bajo conforme a la primera muestra.

Para determinar si existió cambio referente al tiempo de entrega, se utilizó la Prueba de Mann-Whitney, esta prueba de hipótesis no paramétrica se utiliza para determinar si dos poblaciones tienen la misma mediana de población ( $h$ ). Prueba la hipótesis nula de que las medianas de dos poblaciones son iguales ( $H_0: h_1 = h_2$ ). La hipótesis alterna puede ser de cola izquierda ( $h_1 < h_2$ ), de cola derecha ( $h_1 > h_2$ ), o de dos colas ( $h_1 \neq h_2$ ). La prueba de Mann Whitney no requiere que los datos provengan de poblaciones normalmente distribuidas, pero sí parte de los siguientes supuestos (Walpole Ronald E., 1992).

- Las poblaciones de interés tienen la misma forma
- Las poblaciones son independientes

Los resultados obtenidos por Minitab se muestran en la figura 3. Entonces se rechaza  $H_0$  debido a la existencia de evidencia necesaria, que nos indica que el tiempo de entrega fue mejorado, donde es visible que Valor P < 0.05.

<b>Prueba de Mann-Whitney e IC: Antes, Después</b>		
	N	Mediana
Antes	100	4.000
Después	70	0.000

La estimación del punto para ETA1-ETA2 es 4.000  
95.0 El porcentaje IC para ETA1-ETA2 es (2.000,4.999)  
W = 10237.0  
Prueba de ETA1 = ETA2 vs. ETA1 > ETA2 es significativa en 0.0000  
La prueba es significativa en 0.0000 (ajustado por empates)

Figura 3. Prueba de Mann-Whitney para determinar mejoría en tiempo de entrega.

### Conclusiones

Los resultados mostrados anteriormente, muestran del éxito de la implementación de las diferentes herramientas de Manufactura Esbelta, donde los objetivos trazados se cumplieron, en este caso, la disminución de los defectos, y a su par el incremento en la eficiencia en el tiempo de entrega de las ordenes de trabajo, ilustrando los resultados en forma estadística con las dos pruebas de hipótesis utilizadas.

No cabe duda que, la preservación de esta metodología, y con empeño en desarrollar la mejora continua, contribuirá a aumentar los niveles de calidad y entrega a tiempo. Los resultados son congruentes con las afirmaciones de los siguientes autores (Sánchez y Valles, 2011), (Mann, 2005) y (Dennis, 2007), cuando se implementa Manufactura Esbelta es posible reducir los desperdicios.

### Referencias Bibliográficas

<sup>1</sup>Dennis, Pascal. Lean Production Simplified. Segunda edición. *Productivity Press*, 2 de Marzo del 2007

<sup>2</sup>Lareau, William. Office Kaizen 2: Harnessing Leadership, Organizations, People, and Tools for Office Excellence. *American Society for Quality*. 2010

<sup>3</sup>Mann, David. Creating a Lean Culture. *Productivity Press*. 2005

<sup>4</sup>Sánchez Leal Jaime, Valles Adán. Definition of the Guide for Implementation Lean. *INTECH*. 2011

<sup>5</sup>SETH, DINESH.. Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *National Institute of Industrial Engineering*. 2005

<sup>6</sup>Walpole Ronald E., M. R. Probabilidad y Estadística. *Mc Graw Hill*. 1992

# ANÁLISIS DE MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE PARA EMPAQUE DE ALIMENTOS

Ing. Xóchitl Aviña Rivera M.C.<sup>1</sup>, Ing. Lidia Y. Martínez Trevizo<sup>2</sup>,  
Ing. Rebekah D. Liñan Espino<sup>3</sup> e Ing. José Mario Camarillo Delgado<sup>4</sup>

## Resumen

Este proyecto se desarrolló en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, con la finalidad de presentar una propuesta de un nuevo material compuesto biodegradable para construir charolas para empaquetar carne (que se utilizan en los supermercados) que sustituya a las existentes de poliestireno. Estas charolas forman parte de los desechos más tóxicos generados por el ser humano, su degradación es muy lenta aumentando la cantidad de basura, según INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) en el transcurso del 2014 se registraron 346 toneladas de desecho de poliestireno en el país. El material compuesto de la charola seleccionada se compone de cáscaras de huevo como reforzante y harina con agua como matriz. Se utilizó el método empírico para el desarrollo de la nueva charola. Esta cumple con la mayoría de las propiedades de las charolas de Poliestireno que se usan actualmente, en lo que se refiere al empaque y movilización de carne.

**Palabras clave**— Material Compuesto, Material Matriz, Material reforzante, biodegradable

## Introducción

La necesidad de que las industrias se avoquen a fabricar y utilizar materias biodegradables se hace urgente a medida que el hombre avanza en el desarrollo tecnológico. Se utilizan productos no biodegradables diariamente con profusión, sin considerar las consecuencias que esto acarrea al medio ambiente cuando los usuarios se deshacen de ellos. Cuando las amas de casa van al supermercado y llevan la compra a casa en bolsas de plástico; cuando adquieren la carne o el fiambre envasado en bandejas de poliestireno, se está colaborando en la producción de residuos no biodegradables que terminarán engrosando los vertederos, salvo que se siga un adecuado proceso de selección, reciclado y reutilización.



**Fig. 1** Platos Desechables, uno de los usos del PSE

## Definición del Problema

Los desechos de poliestireno son de los más tóxicos generados por el ser humano, su degradación es muy lenta por lo que aumentan generosamente la cantidad de basura. Regularmente, estos desechos eran incinerados emitiendo gases que ayudaron al engrandecimiento del agujero en la capa de ozono; en la actualidad estos desechos son enterrados en fosas de basura y, debido a esto, el material puede durar hasta 500 años para degradarse, ayudando a la contaminación de la tierra, agua, y por lo tanto, afectando también a algunos animales.

## Objetivo General

Construir un nuevo material de empaque para “carne” que ayude a la eliminación del poliestireno de los hogares Juarenses, brindando un material amigable con el medio ambiente.

## Objetivos Específicos

- Seleccionar los posibles componentes (matriz y material de refuerzo) del nuevo material de empaque.
- Construir el material compuesto realizando las combinaciones de los materiales considerados como matriz y los materiales de refuerzo.

<sup>1</sup> Ing. Xóchitl Aviña Rivera. Profesor del departamento de Metal Mecánica, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [xavina@itcj.edu.mx](mailto:xavina@itcj.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. Lidia Yazmín Martínez Trevizo, Técnico de ingeniería (Diseñadora de escantillones), Maquinados de Automatización Avanzada, Ciudad Juárez, Chihuahua [Lidyam\\_881216@hotmail.com](mailto:Lidyam_881216@hotmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Rebekah D. Liñan Espino, Inspector de Calidad, Maquinados de Automatización Avanzada, Ciudad Juárez, Chihuahua, [damalies@msn.com](mailto:damalies@msn.com)

<sup>4</sup> Ing. José Mario Camarillo Delgado. Profesor del departamento de Metal Mecánica, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [jmcamarillo@itcj.edu.mx](mailto:jmcamarillo@itcj.edu.mx)

- Realizar a las charolas de empaque construidas, las pruebas de: Exposición a temperaturas extremas, medición de dureza, exposición a humedad.
- Comparar los resultados obtenidos.
- Seleccionar la charola óptima y construir cuatro más para validación de resultados.

### **Justificación**

El proyecto intenta reducir los índices de contaminación producidos hasta en un 11% por el uso excesivo de charolas de poliestireno (que es el porcentaje que representa en los desechos), en el primer año, que es el estimado de tiempo en el que se desintegraría el material compuesto biodegradable ante el 9% de descomposición que presentarían los empaques de poliestireno [1].

El proyecto busca crear y/o descubrir nuevos materiales que brinden un producto de consumo que ofrezcan las mismas utilidades que aporta el Poliestireno, con un costo igual o menor de adquisición, así como los costos de producción y traslado, permitiendo que el proceso de producción sea más económico e incrementar las ganancias, ofreciendo también un material amigable hacia el medio ambiente y biodegradable. Los materiales que se utilizarán serán orgánicos siendo la mayoría reciclados.

Se espera dejar un precedente a las nuevas generaciones de investigadores, sobre las técnicas sustentables. Beneficiando con las mismas al medio ambiente, y por ende a la comunidad, fomentando un ecosistema más saludable y generando empleos en la fabricación de este material biodegradable.

### **Supuesto**

Con los resultados obtenidos se pretende obtener un material compuesto que cumpla con la mayoría o, preferentemente, con todas las características del Poliestireno necesarias para la conservación de los alimentos (como lo son conservar frescos los alimentos, resistir las temperaturas a las que podrían estar expuestos, entre otras), esperando poder reemplazar el Poliestireno por este material compuesto principalmente en el empaquetado de alimentos, posteriormente en todos los utensilios fabricados con Poliestireno como los son platos, vasos, etc.

Dejar precedente para la mejora o creación de otros materiales compuestos los cuales puedan sustituir no solo el Poliestireno si no los demás materiales polímeros y como consecuencia poder eliminar los procesos de polimerización, que dañan tanto la atmósfera y nos perjudican deteriorando nuestra calidad de vida, aumentando las enfermedades respiratorias.

## **Revisión De Literatura**

### **I. POLIESTIRENO**

Este material tiene muchas cualidades la más trascendente es que no construye sustrato nutritivo para microorganismos, lo que lo convierte en un material muy higiénico y muy utilizado en el empaquetado de productos frescos.

La emisión de clorofluorocarbonos es la principal preocupación en la producción de este material, ya que el poliestireno es un plástico derivado del petróleo, un recurso natural no renovable. Hoy en día existen procesos alternativos para la producción de este material que son menos tóxicos para el medio ambiente, pues antes se utilizaban productos químicos que emitían gases que contribuyeron al agrandamiento del agujero de ozono.

La biodegradación del poliestireno puede variar según el tamaño y la forma del producto, depende también de las condiciones ambientales a las que se encuentre, si un producto está a la intemperie expuesto a energía solar, lluvia, viento, etc., su degradación será más rápida que si se encuentre enterrado en un relleno sanitario y puede variar entre unos días o cientos de años. El poliestireno es reciclable y reutilizable para otra clase de productos, el problema es que es difícil de separar de la basura para su reciclaje. Debido a su poder calorífico puede ser utilizado en plantas de recuperación energética.

El Instituto Nacional de Ecología ha reportado que los desechos químicos, entre ellos el poliestireno son los primeros generadores de residuos peligrosos en el país. Existe la sospecha de que el poliestireno afecta la salud reproductiva de los animales y aunque no existen estudios concluyentes hay un informe de Greenpeace donde se trata este tema [2].

## II. MATERIALES COMPUESTOS

Los materiales compuestos están formados por la combinación de materiales diferentes como los metales, polímeros y cerámicos, este tipo de materiales se han vuelto muy importantes en el mercado de la fabricación de piezas que necesitan de varias propiedades que un material común no puede ofrecer. Al combinarse los materiales el resultante es agraciado con las propiedades de los componentes y son superiores a las de los materiales componentes por separado. Estos son formados por un material matriz y otro de refuerzo y es necesario hacer referencia a las propiedades que se obtienen con esta combinación como se aprecia en la tabla 1:

**Tabla 1. Combinaciones Posibles de un Material Compuesto con dos Componentes**

		Fase primaria, matriz		
		Metal	Cerámico	Polímero
Fase secundaria, refuerzo	Metal	Partes de metalurgia de polvos infiltrados	Cermets	Algunos compuestos de moldeo Balatas
	Cerámico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cermets</li> <li>• Carburos cementados</li> <li>• Metales reforzados con fibra</li> </ul>	Al <sub>2</sub> O reforzada con bigotillos de SiC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuestos para moldeado de plásticos</li> <li>• Plástico reforzado con fibra de vidrio</li> </ul>
	Polímero	ND	ND	Expóxidos reforzados con Kevlar
	Elementos (C,B,etc.)	Metales reforzados con fibras	ND	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hule con negro de humo</li> <li>• Plástico reforzado con boro o carbono</li> </ul>

ND = no disponible actualmente

La importancia tecnológica y comercial de los materiales compuestos se debe a que sus propiedades no solamente son diferentes de sus componentes sino que frecuentemente son superiores. Algunas de sus posibilidades incluyen las siguientes [3]:

- Con los compuestos pueden lograrse diseños fuertes, rígidos y de peso muy ligero, obteniendo relaciones de resistencia y rigidez al peso varias veces mayores que las del acero y el aluminio. Estas propiedades son altamente apreciadas en aplicaciones que van desde la aviación comercial hasta los equipos para deportes.
- Las propiedades de fatiga son generalmente mejores que para los metales comunes de ingeniería. La tenacidad también es mayor con frecuencia.
- Los compuestos pueden diseñarse para prevenir la oxidación, como el acero. Esto es importante en la industria automotriz y en otras aplicaciones.
- Con los materiales compuestos es posible lograr combinaciones de propiedades que no se pueden lograr con los metales, los cerámicos o los polímeros por si solos.
- Solamente con ciertos materiales compuestos es posibles lograr mejor apariencia y control de la superficie.

Estos materiales tienen también limitaciones y desventajas:

1. Algunos de los compuestos importantes poseen propiedades anisotrópicas (cambian en función de la dirección en la cual se miden).
2. Los formados con polímeros de la misma forma que estos son susceptibles al ataque de agentes químicos y solventes.
3. Son materiales con un valor monetario elevada, el cual e puede reducir al elevar el volumen.
4. Los métodos de manufactura suelen ser costosos y lentos.

### III. MATERIALES ORGÁNICOS

Los materiales orgánicos es todo residuo o desecho de cualquier ser vivo en el planeta, incluyendo a los propios seres vivos cuando mueren.

Los materiales orgánicos están clasificados como:

1. Tablero aglomerado
  - Contrachapado
  - OSB
  - Madera
2. Materiales Orgánicos Volátiles
  - Paja
  - Textiles
  - Lino
  - Corcho
  - Vegetales
  - Bambú

### IV. AGLUTINANTES

El aglutinante es una sustancia que se usa para dar soporte en general a una mezcla, una cumple la función de medio y vehículo, pasado un tiempo y tras secar la mezcla se mantienen ambas sustancias estables y adheridas al soporte.

Productos pulverizados que al mezclarse con agua sufren transformaciones químicas que producen su endurecimiento al aire o bajo el agua, este proceso es conocido como fraguado [4].

Los aglutinantes a su vez se clasifican en inorgánicos y orgánicos. El aglutinante inorgánico que tiene sitios de silicato cálcico que están unidos entre sí mediante enlaces de fosfato de alumina-silice. El aglutinante orgánico que fue el que se utilizó, es un aglutinante abrasivo que contiene carbono. Los aglutinantes orgánicos tienden a suavizarse al calor.

#### Descripción del Método

##### PARA HACER EL AGLUTINANTE

Debido a que el refuerzo que se utilizó para la elaboración de este material será un aglutinante y no se encontró referencia bibliográfica de los aglutinantes naturales solo de los sintéticos, se procedió a realizar a forma de experimento la realización de algunos aglutinantes los cuales serán utilizados para la fabricación de la charola. Estas pruebas se realizaron por el método de prueba y error para así encontrar las cantidades exactas las cuales fueron utilizadas en la realización de estas mezclas. Se realizaron 4 diferentes mezclas:

- 1) Avena cruda con agua,
- 2) Pasta con agua,
- 3) Grenetina con agua y
- 4) Harina con agua mejor conocido como engrudo.

##### Mezcla 1

La mezcla se hizo con  $\frac{1}{4}$  de taza de agua y 10 cucharadas de avena cruda granulada; al secarse se hace una mezcla más dura y un poco menos pegajosa que al principio, obteniendo cierta rigidez pero conservando su flexibilidad.

##### Mezcla 2

La mezcla fue conformada por  $\frac{3}{4}$  de taza de agua hirviendo y 2 cucharadas de pasta granulada; se puso al fuego después de batir no existió homogeneidad por lo que se descartó esta mezcla para ser utilizada en la charola.

##### Mezcla 3

La mezcla fue realizada con  $\frac{1}{8}$  de taza de agua tibia y 1 sobre de grenetina esta mezcla si resulto ser en una mezcla homogénea y muy factible esperando homogenicé con el otro material a utilizar.

##### Mezcla 4

La mezcla se realizó con  $\frac{1}{2}$  taza de harina y  $\frac{1}{4}$  de taza de agua resultando una mezcla homogénea bastante pegajosa pero también muy maleable la cual al hornear se convierte en una superficie rígida y flexible a la vez.

## CHAROLA

Teniendo ya las pruebas de aglutinantes naturales para formar este material compuesto se da inicio a la realización de las pruebas de la charola en las cuales se utilizaron como complemento cáscara de naranja, cáscara de huevo, cáscara de nuez entre otras más especificadas en cada mezcla, con el fin de obtener la mezcla más conveniente para este producto y tratando de cumplir con todas o la mayoría de las propiedades que brinda el poliestireno como lo son la rigidez de la charola, la resistencia a las temperaturas elevadas, resistencia a la humedad, poca porosidad y el conservar los alimentos frescos y conservando sus esencias y sabores. Para poder obtener estas mezclas y las cantidades exactas con las cuales se realizaron las mezclas se hicieron aproximadamente 10 mezclas provisionales con diferentes cantidades de los componentes de las mismas. (No se utilizaron moldes ni medidas exactas, se utilizaron formas indefinidas puesto que las pruebas realizadas son para el comportamiento del material en el medio ambiente).

**Tabla 2. Resumen de Resultados, Prueba en Congelador**

CHAROLA No.	INGREDIENTES	PRUEBA EN CONGELADOR		COMENTARIOS
		FLEX	RIG	
1	AVENA	NO	NO	Al tomar temperatura ambiente se vuelve flácida y poco recomendable
2	AVENA Y CÁSCARAS DE SEMILLAS	NO	NO	N/A
3	CÁSCARA DE NARANJA	SI	NO	Desprende un fuerte aroma a cítrico
4	CÁSCARA DE HUEVO	NO	SI	N/A

**Tabla 3. Resumen de Resultados, Prueba Ambiental**

CHAROLA No.	INGREDIENTES	PRUEBA EN MEDIO AMBIENTE LIBRE DE HUMEDAD		COMENTARIOS ANEXOS
		FLEX	RIG	
1	AVENA	SI	NO	N/A
2	AVENA Y CÁSCARAS DE SEMILLAS	SI	SI	N/A
3	CÁSCARA DE NARANJA	SI	NO	Desprende un fuerte aroma a cítrico
4	CÁSCARA DE HUEVO	SI	SI	N/A

**Tabla 4. Resumen de Resultados, Prueba de Cocción**

CHAROLA No.	INGREDIENTES	PRUEBA DE COCCIÓN		COMENTARIOS ANEXOS
		FLEX	RIG	
1	AVENA	SI	SI	A las 2 semanas comenzó a presentar signos de descomposición
2	AVENA Y CÁSCARAS DE SEMILLAS	NO	NO	A las 3 semanas comenzó a presentar signos de descomposición
3	CÁSCARA DE NARANJA	SI	NO	Desprende un fuerte aroma a cítrico
4	CÁSCARA DE HUEVO	SI	SI	N/A

### **Conclusiones**

Como se muestra en las tablas 2, 3 y 4, la mejor opción para realizar la charola sería la charola número 4 realizada con harina y cascarones de huevo, que aunque las propiedades que ofrece son muy similares a las otras mezclas ofrece una dureza que va por encima de las demás, se muestra menos rugosa y debido a que sus componentes son muy finos resulta una mezcla más homogénea.

### **Fuentes Consultadas**

- [1] Datos obtenidos del ensayo: Degradación de poliestireno y polipropileno con microorganismos de vermicompost; Facultad de ingeniería (Planta Piloto)-UNIV. NAC. DE JUJUY.
- [2] Situación actual de residuos peligrosos, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP
- [3] Mikell P. Groover, Fundamentos De Manufactura Moderna, Materiales, Procesos Y Sistemas, 1ª Edición,
- [4] Sandra Olivia Rubio Reyes, TESIS: Revisión de los avances en el desarrollo de polímeros biodegradables, suproducción y comercialización en México para su uso en envase y embalaje (Packaging), para obtener el grado de Licenciatura en Diseño Industrial, 2013, Querétaro, Qro.

# La Mecatrónica y su impulso en el Desarrollo Sostenible

Pablo Ayala Hernández<sup>1</sup>, Isela Muñoz Banda<sup>2</sup>

**Resumen--** El presente trabajo muestra la importancia que tiene la Ingeniería Mecatrónica en aportar ideas de innovación tecnológica para promover el desarrollo sostenible en la solución de problemas ambientales, la Ingeniería Mecatrónica desarrolla las competencias para diseñar, automatizar dispositivos y sistemas que a través de la integración de conocimientos y tecnologías de la mecánica, electrónica, eléctrica, control y sistemas computacionales permiten el desarrollo de nuevas fuentes de ahorro de energías, vehículos eléctricos, sistemas de generadores de energía eléctrica por medio de paneles solares, generadores de energía eólicos, entre otros. Asimismo contribuye en la calidad de vida de comunidades debido a su enfoque sostenible a través de proyectos y trabajos que tienen como propósito fomentar la incorporación de estrategias a favor del medio ambiente. Varios proyectos hoy en día han demostrado que el desarrollo sostenible es una práctica de indiscutible valor a nivel global. Con lo planteado en este estudio se espera que las nuevas generaciones de ingenieros mecatrónicos sean los transmisores, generadores y divulgue el conocimiento científico, tecnológico y humanístico, para reforzar la contribución al desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida de la sociedad.

**Palabras claves:** Desarrollo sustentable, ingeniería, mecatrónica, medio ambiente, sistema, sociedad.

## Introducción

La agenda de hoy en todos los países del planeta es la temática del calentamiento global, esta tarea hacia el medio ambiente ocupa ahora el primer plano de estrategias políticas, centradas por los indicios del desequilibrio ecológico global y el cambio climático. Desde hace algunas décadas, el interés mundial por el medio ambiente se ha intensificado, organizado y movilizado para reducir los efectos de la contaminación del planeta, de esta forma diversos sectores de la sociedad se han preocupado y ocupado por plantear normas ambientales desde la sociedad global acciones, programas y organismos relacionados con temas ambientales. En la actualidad la problemática del mundo, refiriéndose en primer lugar a la contaminación ambiental, no es nada más en algunas áreas geográficas sino todo el planeta, entre los casos más comunes elementos contaminados son los siguientes:

1. Aire: por procesos industriales, calefacción, transporte, etc.
2. Suelos: por la basura, sustancias sólidas peligrosas, metales pesados, plásticos no biodegradables, etc.
3. Agua: superficiales y subterráneas, contaminación por procesos industriales, químicos, aguas grises, etc.

Bajo esta problemática es necesario que la diferentes disciplinas de las ingenierías sean parte de desarrollo de dispositivos para minimizar los efectos ambientales en aire, agua y suelos, entonces la Ingeniería Mecatrónica es una rama que está repuntando en la innovación de sistemas mecatrónicos para reducir efectos del calentamiento global, su impacto tiene la ventaja de aplicaciones innovadoras, por lo mismo que se ha explotado en su totalidad la implementación para el desarrollo sustentable global. Una de las aplicaciones de la ingeniería mecatrónica se encuentra en el Instituto Politécnico Nacional (2008), los estudiantes han diseñado un robot para clasificar residuos sólidos en donde se puede destacar: la participación en el desarrollo de sistemas mecatrónicos para el reconocimiento de latas, botellas y pilas a través de mecanismos autónomos para dicha tarea. La importancia de estos inventos es el trabajo de coordinar equipos multidisciplinarios, proponer soluciones integrales con tecnologías existentes, contribuir al desarrollo sustentable de la industria de desechos sólidos a través de la generación y aplicación de tecnologías con ética de trabajo y creatividad, sin embargo se puede escalar estos dispositivos a otras problemáticas en el medio ambiente.

La importancia del desarrollo sustentable está relacionado con tres ejes principales: económico, ambiental y social (Novo, 2006), busca el equilibrio del medio ambiente con las actividades sociales y económicas, por tanto, este

---

<sup>1</sup> M.I. Pablo Ayala Hernández es profesor del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. [payala@itcj.edu.mx](mailto:payala@itcj.edu.mx)

<sup>2</sup> Mtra. Isela Muñoz Banda es profesora de la Universidad Tecnológica de Cd. Juárez. [mubais@hotmail.com](mailto:mubais@hotmail.com)

concepto, si bien procede de la preocupación por el medio ambiente, pero es necesario de la participación de áreas de conocimiento en el desarrollo de sistemas capaces de opacar los efectos de calentamiento global, también con diferentes propuestas de mejora, que sirvan en un futuro en promover una mejor educación para el desarrollo sustentable y regenerar así la calidad de vida de la sociedad. Resulta evidente que la problemática del cambio climático y otras cuestiones vinculadas a la sostenibilidad del agua, el aire, los suelos, los alimentos, la salud y la biodiversidad, debe abordarse en el marco más amplio del desarrollo sustentable.

Entonces se plantean los siguientes cuestionamientos:

¿Cómo la Ingeniería Mecatrónica puede impactar en su mapa curricular en los planteamientos del Desarrollo Sustentable?

¿Cuáles las contribuciones y las acciones de la Ingeniería Mecatrónica deben impactar al desarrollo sustentable?

### **Aplicaciones de la Ingeniería Mecatrónica para el Desarrollo Sustentable**

Existen aplicaciones relevantes de la Ingeniería Mecatrónica para la sustentabilidad ambiental ver figura 1, al contribuir de una forma objetiva a la calidad de vida de la sociedad. La mayor parte de los proyectos que realiza tienen como propósito fomentar la integración de sistemas complejos para diferentes problemáticas del desarrollo sustentable, algunos puntos importantes se exponen a continuación:

1. Diseñar procesos robóticos en líneas de producción para uso racional de recursos.
2. Participar en la innovación de sistemas para el aprovechamiento de energías naturales.
3. Identificar problemáticas ambientales para analizar, proponiendo soluciones integrales con tecnologías verdes, con un sentido de desarrollo sustentable.
4. Tener la capacidad de coordinar y trabajar en equipos multidisciplinarios de diferentes áreas de conocimiento.
5. Implementar soluciones de alto nivel para problemas ambientales.
6. Controlar, automatizar, operar, evaluar y mantener procesos de ingeniería verdes desde una perspectiva mecatrónica.
7. Ser creativo, emprendedor y comprometido en el ejercicio de su formación con amplio sentido ético y humanista.
8. Vincular los sistemas educativos con la problemática ambiental.



Figura 1. Estadio en Taiwán con paneles solares

La ingeniería mecatrónica se enfrenta a retos de gran importancia relacionados con la gestión del medio ambiente. Actualmente se tiene una sociedad consumista con necesidades cada vez más prioritarias a una mejor calidad de vida, las consecuencias de este fenómeno presenta procesos industrializados con tecnología de punta en las últimas décadas. La Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C. (2011) en su Código de ética del Ingeniero

Mecatrónico no debe aceptar el desarrollo de proyectos que no sean ecológicamente sustentables y de percatarse de que algún proyecto de su empresa dañe la ecología debe comunicarlo a sus superiores. En un reporte del CIMAV (s/f) dice que la mecatrónica está centrada en mecanismos, componentes electrónicos y módulos de computación, los cuales combinados hacen posible la generación de sistemas más flexibles, versátiles, económicos, fiables y simples. Es por esta razón que se pueden hacer infinidad de proyectos mecatrónicos para el Desarrollo Sustentable.

Bajo esta perspectiva, que competencias se deben desarrollar en el mapa curricular de la carrera de la Ingeniería Mecatrónica para poder enfrentar retos de grandes dimensiones tales como la problemática del calentamiento global, pero ¿qué son las competencias? El concepto de *competencia* tiene diversas definiciones en el contexto educativo y puntos de vista de diversos educadores e investigadores, según el campo de investigación se proponga o el énfasis que se le otorgue a uno u otro elemento, pero el más generalizado y aceptado es el de “*saber hacer en un contexto*”. El “*saber hacer*”, lejos de entenderse como “hacer” o “acción a ejecutar” sin otro contexto, requiere de conocimiento (teórico, práctico o teórico-práctico), afectividad, compromiso, cooperación y cumplimiento, todo lo cual se expresa en el *desempeño*, también de tipo teórico, práctico o teórico-práctico. De ahí que la competencia puede definirse de manera sencilla como “el resultado de un proceso de integración de habilidades y de conocimientos; saber, saber-hacer, saber-ser, saber-emprender...” (Chávez, 1998).

La competencia según Torrado (2000) también puede ser entendida como una actuación idónea que emerge de una tarea concreta, en un contexto con sentido, por lo tanto exige del individuo la suficiente apropiación de un conocimiento para la resolución de problemas con diversas soluciones y de manera pertinente, por ello la competencia se desarrolla en una situación o contexto determinado, entonces el profesional de la Ingeniería Mecatrónica debe conseguir diferentes competencias para resolver diferentes problemas de manera objetiva y eficaz.

Para Díaz-Barriga (1990) el diseño curricular es una respuesta no sólo a los problemas de carácter educativo, sino también a los de carácter económico, político y social, que finalmente nos puede ayudar a situarnos en el Desarrollo Sustentable.

Se puede asumir que el currículo de la carrera de Ingeniería Mecatrónica comprende competencias, conocimientos, procesos, resultados y actividades formativas, en torno a *centros de interés* (problemas, casos, teorías, temas, etc.) para estudiantes. El diseño curricular alrededor de *centros de interés* abarca varios momentos. Dichos momentos pueden ser:

1. Trabajo en equipo del profesorado
2. Establecimiento de los criterios que orientan el currículo
3. Tormenta de ideas para precisar los centros de interés
4. Establecimiento de conexiones entre las disciplinas y los centros de interés
5. Identificación de las competencias y los conocimientos a adquirir.
6. *Aprender a conocer*: concertar entre una cultura general suficientemente amplia y los conocimientos particulares de las diferentes disciplinas, en torno a problemas e interrogantes concretos. Esto requiere aprender a aprender, con el fin de aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.
7. *Aprender a hacer*: adquirir no sólo una certificación profesional, sino más bien competencias que capaciten al individuo para hacer frente a gran número de situaciones previstas e imprevistas y a trabajar en equipo.
8. *Aprender a vivir juntos*: realizar proyectos comunes y prepararse para asumir y resolver los conflictos, respetando los valores del pluralismo, el entendimiento mutuo y la paz, a través de la comprensión del otro y de las formas de interdependencia.
9. *Aprender a ser*: actuar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y responsabilidad personal, para que florezca en mejor forma la propia personalidad. Con tal fin, no subestimar ninguna posibilidad de cada individuo en su proceso educativo: competencias intelectuales (memorizar, razonar, comprender, etc.), comunicativas, afectivas, estéticas, físicas, entre otras.

El ingeniero mecatrónico, debe realizar su trabajo profesional con fines innovadoras para mejorar el medio ambiente, es por eso que los proyectos se deben desarrollar con una ética ecológica. Finalmente, la ingeniería en mecatrónica es una área de conocimiento que está creciendo exponencialmente, se debe explotar con urgencia en

cuanto al desarrollo sustentable, del cual el planeta se beneficia con proyectos de ahorro de energía, disposiciones de desechos, automatización de procesos, transporte, entre otras, sin embargo hay que tomar en cuenta las implicaciones negativas pueda ocasionar dichos proyectos, es importante tomar medidas sobre el uso de materiales para evitar el impacto al medio ambiente, por otro lado hay que destacar que la Ingeniería mecatrónica tiene como beneficio principal de simplificar a la sociedades del futuro a largo plazo.

### Conclusión

El concepto de Desarrollo Sostenible se relaciona comúnmente con el medio ambiente, la economía, y la sociedad, se ha combinado estos tres ejes para ser de forma integral un resultado sustentable. También debe estar fundamentada con las áreas de conocimiento como la Ingeniería Mecatrónica, la cual tiene en su plan curricular diferentes aplicaciones de mecánica, programación, robótica, sistemas de control, electrónica, entre otras, derivado de esto se han desarrollado proyectos integradores ahorradores de energía, optimización de procesos, sistemas mecatrónicos para la sociedad.

Es importante que el Ingeniero en Mecatrónica tenga las competencias de las áreas descritas anteriormente pero también una ética ambiental en todos sus proyectos. Que muestre propuestas para reducir los efectos del cambio climático,

Es una tarea de las Instituciones de Educación Superior de funcionar como generadores de profesionistas más relacionados con el medio ambiente, donde sus egresados deben aplicar políticas y normas ambientales.

Los efectos del cambio climático debe preocuparnos a todos, entonces los profesionales debemos de actuar en forma racional y desarrollar sistemas altamente sustentables para el futuro de las nuevas generaciones.

### Referencias

Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C. “Código de Ética del Ingeniero Mecatrónico”. Recuperado en:

<http://www.mecamex.net/codigo.htm>

Crean egresados del IPN Robot recolector y clasificador residuos sólidos. (2008). Recuperado en

<http://www.cecoax.ipn.mx/Boletine/2008/marzo08/PDF/NRIPN4.pdf>

CIMAV (s/f). Reporte sobre Diagnóstico Prospectiva de la Mecatrónica en México. Recuperado en:

[http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/Estudios/Diagnostico\\_Prospectiva\\_Mecatronica\\_Mexico.PDF](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Estudios/Diagnostico_Prospectiva_Mecatronica_Mexico.PDF)

Chávez, U. (1998). *Las Competencias en la Educación para el trabajo*. Seminario sobre Formación Profesional y Empleo: México.

Díaz-Barriga, F. y otros (1990). *Metodología de diseño curricular para educación superior*. México: Trillas.

Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: Pearson

Torrado, M.C. (2000). *Educación para el desarrollo de las competencias: Una propuesta para reflexionar*. En Bogoya, D. Y otros. *Competencias y proyecto pedagógico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

### Notas bibliográficas

El M.I. Pablo Ayala Hernández es jefe del departamento de Ing. Eléctrica y Electrónica y profesor del área de sistemas de control y robótica en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. Tiene estudios de posgrado en Ingeniería, educación e Ing. Ambiental. Es autor de alrededor de 20 artículos relacionados con Educación, Ingeniería Ambiental, ponente en congresos, además de dos libros publicados.

La Mtra. Isela Muñoz Banda es profesora del área de Administración y Negocios en la Universidad Tecnológica de Cd. Juárez. Cuenta con ponencias, artículos sobre administración y educación basada en competencias.

# Identificación de atributos para la selección de un posgrado usando el análisis factorial

Tania Idalí Bailón García Ing<sup>1</sup>, Dr. Roberto Romero López<sup>2</sup> y  
M. en C. Patricia Cristina Parroquín Amaya<sup>3</sup>

**Resumen**— La creciente oferta del posgrado que existe hoy en día hace que no sea una tarea sencilla su selección. Estudiar un posgrado podría parecer fácil, pero existen características que dificultan tomar una decisión, por ejemplo: la modalidad del posgrado (presencial, semipresencial o a distancia), la orientación del posgrado (profesionalizante, con la industria o en ciencias), tiempo de duración del plan de estudios, costo, etc. además de que en la actualidad no existe una guía de criterios que deben ser considerados para seleccionar un posgrado. El objetivo de esta investigación es determinar los atributos que un aspirante al posgrado debe considerar en el proceso de selección. La metodología propuesta considera el diseño y validación del instrumento de medición y el uso de la técnica estadística multivariada conocida como análisis factorial. En la encuesta participaron 81 personas que son aspirantes y/o alumnos de un posgrado. El análisis factorial identificó siete factores que explican el 65.637% de la varianza total.

**Palabras clave**—Programas de posgrado, análisis de decisiones, análisis factorial

## Introducción

En la vida se toman decisiones de todo tipo, algunas tan importantes que pueden definir el futuro de una persona o empresa, pero ¿cómo decidir con facilidad?, para responder a esta pregunta, existe el análisis de decisiones que es de gran utilidad y evita errores que a simple vista podrían no ser de gran importancia, con un estudio a mayor profundidad se puede comprender el nivel significativo de cada una de las diferentes alternativas que existen para tomar una decisión (Ley, 2001). El análisis de decisiones se considera una disciplina que ayuda a personas y a instituciones que enfrentan situaciones de decisiones complejas, inciertas, de gran importancia, con elementos conflictivos o, en general, difíciles (Ley, 2009).

Existen algunas técnicas para la toma de decisiones como lo es la técnica TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), que es una técnica para ordenar preferencias por similitud a la solución ideal (Byun, 2006). Sin embargo, este tipo de técnicas requiere de atributos para ser evaluados.

Un problema actual que se presenta en los aspirantes que desean cursar un posgrado, es que desconocen los atributos o características a considerar al momento de tomar la decisión en la selección de un posgrado. Esto se debe a la diversidad de características que puedan influir en la decisión, como lo son el tiempo de duración del plan de estudios, el lugar donde se ubica el posgrado, el costo de inscripción y créditos, si el programa cuenta con algún tipo de beca, etc.

## Descripción del Método

El método propuesto en esta investigación consta de seis etapas las cuales se presentan en el diagrama de flujo de la figura 1.

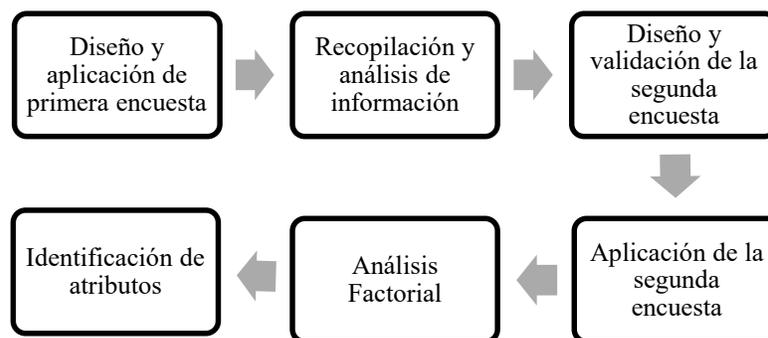


Figura 1. Metodología propuesta

<sup>1</sup> Tania Idalí Bailón García Ing. es alumna del Programa de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [al141332@alumnos.uacj.mx](mailto:al141332@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Roberto Romero López es Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [romero@uacj.mx](mailto:romero@uacj.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> La M. en C. Patricia Cristina Parroquín Amaya es Profesora del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [pparroqu@uacj.mx](mailto:pparroqu@uacj.mx)

En los puntos siguientes se presenta con detalle en qué consiste cada una de las etapas mencionadas anteriormente.

**Diseño y aplicación de primera encuesta.** Se realiza una primera encuesta a alumnos que actualmente están cursando un posgrado para conocer qué factores consideran importantes para la selección de un posgrado. Esta encuesta se califica utilizando la escala de Likert para medir la importancia de cada uno de los factores. La figura 2 muestra la escala de Likert utilizada.

Al final de la encuesta se hace una pregunta abierta con el objetivo de que el encuestado proporcione por lo menos dos características importantes para seleccionar un posgrado y de esta manera incrementar el número de variables en la encuesta.

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Figura 2. Escala de Likert utilizada

**Recopilación y análisis de información.** Una vez obtenidas las encuestas se capturan los datos en Excel para conocer las características que consideraron para la selección de un posgrado, las cuales se agruparon en grupos con variables similares para una fácil identificación.

**Diseño y validación de la segunda encuesta.** Con los datos agrupados, se diseña una segunda encuesta colocando las características sugeridas por los alumnos en forma de afirmaciones que serán calificadas con la escala de Likert para medir la importancia de cada uno de estos factores.

La aplicación de la segunda encuesta, se realiza en dos etapas. En la primera etapa se aplica a una muestra de treinta individuos con el objetivo de validar la confiabilidad utilizando el índice Alfa de Cronbach. Una vez validada la encuesta se procede a la segunda etapa para incrementar el tamaño de la muestra que permita realizar el análisis factorial.

**Aplicación de la segunda encuesta** Una vez obtenida la información de la segunda encuesta, los datos se capturan en el programa estadístico SPSS con el objetivo de identificar, separar los datos y determinar la importancia de cada uno de los factores utilizando la técnica estadística de análisis factorial.

**Análisis factorial.** Para realizar el análisis factorial, primero se determina el valor de KMO para saber si el tamaño de muestra es adecuado (Peña, 2002) y, para determinar los factores que determinan los atributos para la selección de un posgrado, se utiliza la técnica de análisis de componentes principales.

**Identificación de atributos.** Una vez realizado el análisis factorial, se procede a identificar los atributos para la selección de un posgrado. El número de componentes o atributos es seleccionado en función del autovalor (*eigenvalue*) y del porcentaje de varianza total explicada.

### Resultados

Los datos obtenidos en la primera encuesta fueron capturados en una hoja de Excel. Esta encuesta proporcionó 28 posibles características por las cuales los aspirantes elijen un posgrado. En el análisis de la información se redujo a 23 características debido a que algunas características se repetían, estos datos fueron tomados para la realización de la segunda encuesta. La tabla 1 muestra las características que los aspirantes consideran importantes en la selección de un posgrado.

Propuestos	
Becas	Interés personal
Disponibilidad de horarios	Aprendizaje basado en casos reales
Precios accesibles	No tanta teoría del siglo pasado
Materias que ofrece	Materias de alto interés
Integrado al CONACYT	Contenido de las materias
Docentes (reconocimiento laboral, académico, competentes, experiencia )	Materia con alta demanda en el mercado
Reconocimiento reticular y de calidad	Adecuación de alumnos trabajadores a tiempo completo
Áreas de especialidad	Más practica en los conceptos (realidad)
Convenios con empresas	Práctica
Innecesario curso propedéutico	Investigación
Infraestructura	Reconocimiento CONACYT
Movilidad	Certificación nacional o internacional

Programa actualizado a los requerimientos del campo empresarial	Ser de tiempo completo
Actualización en tecnología	La utilidad del posgrado a futuro

Tabla 1. Características para elegir un posgrado

Con estos datos se formuló la segunda encuesta con 23 afirmaciones que fueron calificadas usando nuevamente una escala de Likert de 1 al 5 y se aplicaron 30 encuestas. Los resultados fueron capturados en el programa SPSS. La tabla 2 muestra un resumen de las encuestas analizadas, donde N es el número de casos analizados. De las 30 encuestas analizadas 2 fueron excluidas, refiriéndose esto a que no estaban contestadas en su totalidad.

		N	%
Casos	Válido	28	93.3
	Excluido <sup>a</sup>	2	6.7
	Total	30	100.0

Tabla 2. Resumen de procesamiento de casos

Se continúa con la validación del instrumento mediante el método del coeficiente de alfa de Cronbach con el que se obtuvo un valor de 0.829. Esto explica que existe una alta correlación entre los distintos ítems, aumentado así la fiabilidad del instrumento (Molina, 2008). El valor es aceptable para proseguir con el estudio.

La encuesta fue aplicada a 81 personas, de los cuales 52 eran alumnos de un posgrado y 29 aspirantes a ingresar a un posgrado. Los datos obtenidos fueron capturados en el programa estadístico SPSS y se determinó el índice KMO (Kaiser- Meyer- Olkin). En esta investigación el resultado del KMO fue de 0.731 el cual indica que los datos son suficientes para realizar el análisis factorial (Pérez, 2004).

El resultado obtenido de la prueba de esfericidad de Barlett fue de 697.997 con 253 grados de libertad y un valor de significancia de 0.000, lo que indica que es adecuado realizar un análisis factorial para explicar los datos (Hair, 1999). Dentro del análisis factorial, se utiliza la técnica de componentes principales, el cual arrojó que ocho factores explican el 71.443% de la varianza total de los datos. Sin embargo, el factor ocho es excluido del análisis debido a que las dos variables que lo conforman no tienen algo en común. Con los 7 factores se explica el 65.637% de la varianza total de los datos. La tabla 3, muestra los resultados de la varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5.900	25.652	25.652	5.900	25.652	25.652	4.061	17.656	17.656
2	2.601	11.311	36.962	2.601	11.311	36.962	2.296	9.983	27.639
3	1.734	7.541	44.503	1.734	7.541	44.503	2.025	8.806	36.445
4	1.563	6.796	51.299	1.563	6.796	51.299	1.861	8.092	44.537
5	1.361	5.916	57.215	1.361	5.916	57.215	1.818	7.903	52.439
6	1.144	4.975	62.190	1.144	4.975	62.190	1.687	7.334	59.773
7	1.096	4.765	66.955	1.096	4.765	66.955	1.349	5.864	65.637
8	1.032	4.488	71.443	1.032	4.488	71.443	1.335	5.806	71.443

Tabla 3. Varianza total explicada

Asimismo, se utiliza el método VARIMAX el cual proporciona una matriz rotada de los componentes, esta matriz sugiere la manera en que los grupos de factores pueden ser acomodados dada la correlación que existe entre los datos. La tabla 4 presenta los datos de la matriz rotada.

	Componente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
VAR00012	.760					.300		
VAR00018	.728							
VAR00010	.720							
VAR00007	.690				.311			
VAR00016	.635	.306		.411				
VAR00013	.581		-.396		.419			
VAR00020	.580		.418		.314			
VAR00023	.513		.342				.335	
VAR00003		.779	.345					
VAR00006		.779						
VAR00004		.752						
VAR00011			.786					
VAR00022			.703		.327			
VAR00017				.690				
VAR00015	.521			.653				
VAR00014	.327			.551				.393
VAR00009					.836			
VAR00021			.388		.564			
VAR00001						.795		
VAR00008						.733		
VAR00005							.853	
VAR00019								.856
VAR00002		.436		.435			.334	-.456

Método de extracción: análisis de componentes principales.  
Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

Tabla 4. Matriz de componente rotado

En la tabla 5 se presentan los siete componentes o atributos obtenidos después de realizar el análisis factorial.

Atributo	Descripción
1	Competitividad del programa
2	Becas y bajos costos
3	Movilidad y estancias
4	Flexibilidad y métodos de enseñanza
5	Facilidad de ingreso y alta eficiencia terminal
6	Calidad y reconocimiento del programa
7	Plan de estudios

Tabla 5. Atributos para la selección de un posgrado

### Conclusiones

El no conocer los atributos que influyen en la selección de un posgrado genera indecisión entre los aspirantes al momento de elegir algún posgrado. El uso del análisis factorial permitió determinar estos atributos que posteriormente pudieran integrarse dentro de un problema de Toma de Decisiones, en donde las alternativas serían los posgrados considerados por los aspirantes.

Los atributos identificados en esta investigación son: que el programa del posgrado sea competitivo, esto quiere decir que los aspirantes buscan que el posgrado esté a la vanguardia y que los conocimientos que van a adquirir, puedan implementarlos en las diferentes áreas de trabajo; programa de becas y costos accesibles, el aspirante busca que el programa ofrezca algún tipo de beca así como que el costo del posgrado no sea alto; programa de movilidad, se refiere a la oportunidad de realizar algún intercambio así como participar en diferentes congresos o eventos

académicos; el tipo de enseñanza, lo que le interesa al aspirante es recibir una enseñanza basada en casos actuales y reales; oportunidad de ingreso y egreso, se refiere aquel programa les permita un fácil ingreso y que le garantice una alta eficiencia terminal; en lo que se refiera a la calidad y reconocimiento del programa los aspirantes consideran importante que el posgrado cuente con alguna certificación por parte de organismos nacionales y/o internacionales, así como un reconocimiento por la comunidad académica; finalmente, el plan de estudio que tiene que ver con las materias, tiempos y seriación de las mismas.

### Referencias

- Byun, H. S. and Lee, K. H., A decision support system for the selection of a rapid prototyping process using the modified TOPSIS method, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006,
- Hair Joseph F., Anderson Rolph E., Tatham Ronald L., Black William C. Analisis multivariante. 5 a Edicion. Madrid: Prentice Hall Iberia, 1999.
- Ley Borrás Roberto., Análisis de Decisiones Integral. 1a. Edición. México: Consultoría en decisiones, 2009
- Ley Borrás Roberto., Análisis de Incertidumbre y Riesgo para la toma de decisiones. 1a. Edición. México: Comunidad de Morelos S.A de C.V. 2001.
- Molina, F. (2008). La estructura y naturaleza del capital social en las aglomeraciones territoriales de empresas. Rybes editorial
- Pérez López César., Técnicas de Analisis Multivariante de datos. Madrid: Prentice Hall, 2004.
- Peña Daniel., Analisis de datos multivariantes. España: Mc Graw Hill, 2002.

### Notas Biográficas

La **Ing. Tania Idali Bailón García** es alumna del segundo semestre del programa de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

El **Dr. Roberto Romero López** es profesor del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Es miembro del Cuerpo Académico de calidad y optimización, sus líneas de investigación son mejoramiento continuo y modelado estructural.

La **Mtra. Patricia Cristina Parroquín Amaya** es profesora del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

# PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA “CHIKURI”, EN LA CATEGORÍA DE PRODUCTO EN EL CONCURSO NACIONAL DE INNOVACION TECNOLOGICA DE LOS TNM

Ing. Margarita Bailón Estrada<sup>1</sup>, Juan Manuel Bernal Ontiveros M.C.<sup>2</sup>, Edgardo Cervantes Manzano M.A.<sup>3</sup>, Noé Ramón Rosales Morales<sup>4</sup>

**Resumen**—Se expone en el concurso de innovación tecnológica de los TNM, desde su etapa local, regional y nacional, en la categoría de producto una alternativa de rediseño de los ratones convencionales, creando un producto que se enfoque en cuidar la salud física del usuario, sin descuidar el precio ni el aspecto del mismo. El concepto Chikuri es un ratón desarrollado para cualquier tipo de actividad en la computadora, brindando confort, beneficiando la salud de los usuarios, ya que su diseño ergonómico, que permite su uso, reduce el impacto causado por la mala postura que se genera al operar ratones convencionales. Este proyecto se llevó a cabo mediante una planificación, con una gráfica GANTT (cronograma de actividades), mediante un orden para el desarrollo de las etapas del mismo, facilitando el trabajo y separando las actividades que se requieren para obtener resultados concretos; fueron desarrollados los periodos en semanas, iniciando con la etapa local del concurso, celebrada en el mes de marzo de 2014, como el proyecto cumplió con todas las especificaciones presentadas en su plan de negocios de acuerdo al manual y lineamientos del concurso, se logró pasar a la etapa regional celebrada en el mes de octubre de 2014, y al cubrir con los requerimientos de esta etapa, en la presentación del prototipo, Chikuri, logró pasar a la etapa final del concurso, el nacional de innovación tecnológica, celebrada en el mes de noviembre de 2014, en donde se situó entre los mejores 15 de su categoría.

**Palabras clave**—Rediseño, ratón, diseño ergonómico, computadora.

## Introducción.

Para la etapa local del concurso de innovación tecnológica celebrada en el ITCJ, el proyecto presentó la investigación documental para su soporte y la primera fase del prototipo, esta investigación se orientó hacia la relación de cuantas personas utilizan una computadora y cuánto tiempo pasan trabajando con ella, esta información se obtuvo en el portal del INEGI, en donde se especifica que en México, su población de 44.7 millones de personas, mismas que utilizan una computadora en su hogar, esto es, sin contar con aquellas personas que en sus centros de trabajo la usan por más de 5 horas, de las cuales, se encuentran en un rango de edad de entre 12 a 34 años. Al realizar un estudio y valoración a esta información, se concreta que para el año 2024, el síndrome del túnel carpiano pasará a ser un problema de salud pública a nivel nacional, por lo que habrá un aumento en las personas que tienen acceso a una computadora, no solo en su hogar, sino en escuelas, espacios públicos y centros de trabajo, hasta en un 35%, siendo éste un porcentaje calculado de acuerdo a la encuesta publicada por el INEGI en su portal. Este proyecto busca reducir entre la población este tipo de enfermedad, previniendo el crecimiento del síndrome, y ayudando a quienes lo padecen a disminuir el proceso del daño en su cuerpo. Para la etapa regional, celebrada en el IT de Culiacán, el proyecto cumplió con las especificaciones que exige el concurso, en su plan de negocios, indicando la organización de la empresa, la forma en cómo se llevaría a cabo la distribución y venta del producto, así como también el prototipo en su segunda fase, logrando pasar en segundo lugar a la fase nacional del concurso, en esta fase, celebrada en el IT de Durango, se presentaron los resultados de la aplicación y utilización de Chikuri por parte de diversos usuarios, el número temporal de registro en el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual), en la categoría de cursor digital como modelo de utilidad y el aval del Dr. Héctor Bustillos Villegas (Ced. Federal: 6424626, Ced. Estatal: 10 124 7 ES III), Cirujano Ortopedista y Traumatólogo quien señaló, que la estructura con la que cuenta Chikuri es la adecuada para aquellos que pasan un tiempo considerable utilizando una computadora y que con el producto se puede favorecer la salud física del usuario.

1 Ing. Margarita Bailón Estrada es Docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua. [mbailon@itcj.edu.mx](mailto:mbailon@itcj.edu.mx) (autor correspondiente)

2 Juan Manuel Bernal Ontiveros M.C. es Ingeniero en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua [jbernal@itcj.edu.mx](mailto:jbernal@itcj.edu.mx)

3 Edgardo Cervantes Manzano M.A. es Docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua [ecervantes@itcj.edu.mx](mailto:ecervantes@itcj.edu.mx)

4 Noé Ramón Rosales Morales MIS es Docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez [nrosales@itcj.edu.mx](mailto:nrosales@itcj.edu.mx)

### **Antecedentes**

#### **Investigación documental – fase local en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez**

Cuando se realiza una acción durante un tiempo prolongado, esto llega a ocasionar problemas en nuestro organismo, tal es el caso del síndrome del túnel carpiano, que se origina por una presión excesiva sobre el nervio mediano, situado en la muñeca, mismo que permite la sensibilidad y el movimiento a ciertas partes de las manos, provocando, entumecimiento, hormigueo, debilidad o daño muscular en las manos y los dedos. El síndrome puede ser causado por hacer el mismo movimiento de la mano o de la muñeca una y otra vez. Los estudios han revelado que quien lo padece requiere para mejorar su salud, ser intervenido quirúrgicamente, situación que afecta al usuario. En la figura 1 se explica la causante y el área afectada debido a este síndrome:



Imagen tomada del artículo POSIBLES PROBLEMAS DE SALUD EN INFORMÁTICA – PARTE I – EL SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO

**Figura 1.-En esta figura se muestra el problema principal del síndrome del túnel carpiano, afectando en una región específica a quien lo padece.**

Junto con este síndrome, existe otra enfermedad llamada tendinitis, que ocurre al sobrecargar los tendones de la muñeca, perdiendo su elasticidad, ocasionando que el tendón sufra una ruptura, llevando incluso a quien lo padece a ser intervenido quirúrgicamente, como se muestra en la figura 2.



**Figura 2.-En esta figura se muestra el problema principal de la tendinitis, afectando el tendón de la muñeca y produciendo daño en la mano.**

#### **Organización de la empresa y presentación del prototipo- fase regional en el IT de Culiacán**

La propuesta del proyecto de innovación tecnológica, ya en su fase regional exige en su plan de negocios la creación de una empresa que comercialice el producto Chikuri, esta empresa es DESTEC México S.A. de C.V. (Desarrollo Tecnológico Computacional de México), conformada por 4 estudiantes y un asesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Mecatrónica.

La empresa surge a partir del análisis realizado en relación al tiempo que diariamente una persona utiliza una computadora y los posibles daños que puede padecer, a partir de una postura incorrecta al utilizar el ratón convencional.

Misión: Brindar a nuestros clientes soluciones tecnológicas con la mejor calidad, proporcionando el confort que nuestros productos ofrecen.

Visión: Consolidar a la empresa, como una compañía líder por la innovación y desarrollo tecnológico de sus productos. Ser reconocida por su calidad humana y profesional, y por el enfoque al beneficio de la salud física del usuario.

### Objetivos de la empresa:

#### A corto plazo

1. Consolidar la creación de DESTEC México S.A. de C.V.
2. Obtener los registros ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

#### A Mediano Plazo

1. Iniciar un posicionamiento como empresa en el sector de la infraestructura informática, dando a conocer nuestros productos en eventos tecnológicos.
2. Fortalecer los canales de distribución de la empresa, por medio de una oficina de ventas dedicada a comercializar nuestro producto en el área de servicio.

#### A largo plazo

1. Contar con 2 productos más en el mercado.
2. Introducir el producto en el mercado de la salud, brindando una herramienta más accesible para el uso de la computadora en personas con problemas motrices crónicos y/o degenerativos en su cuerpo.

### CURRICULUM DE LA EMPRESA

-Razón social:

DESTEC México S.A. de C.V.

-Domicilio fiscal:

Calle: Durango #1535 Int.15

Condominio Las Águilas

C.P.: 32599. Cd. Juárez, Chihuahua, México

-Contacto:

Tel: (656)681-02-43

Cel.: (656)266-65-13

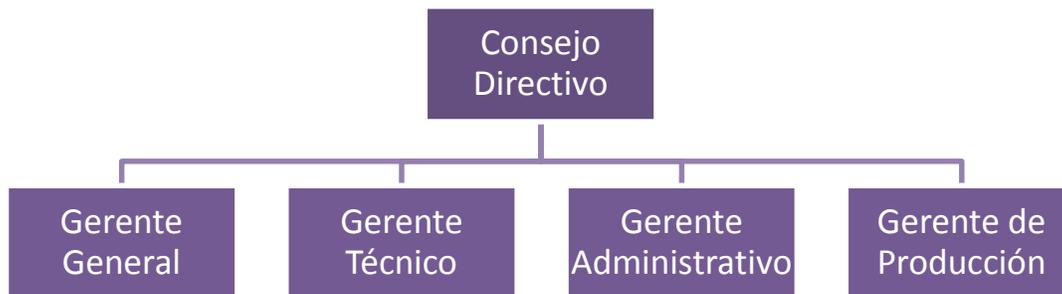
E-mail: destecmexico@gmail.com



**Figura 3.-  
Logotipo DESTEC México S.A.  
de C.V.**

DESTEC México S.A. de C.V. se organiza de la siguiente manera:

#### Organigrama:



**Figura 4.-  
Esquema Organizacional de la  
empresa**

### DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA:

Consejo Directivo: serán los responsables de manejar la empresa, llevando a cabo el plan de negocio requerido para que se pueda producir sin caer en déficits económicos, regulando la comercialización del producto, participando en encuentros con los clientes, así como revisando y valorando las observaciones y/o innovaciones propuestas por la gerencia técnica para la mejora de Chikuri.

Gerente General: será el encargado de delegar las responsabilidades dadas por el consejo directivo a los demás miembros de DESTEC México S.A. de C.V., viendo que estas sean cumplidas en tiempo y forma, y a su vez será el encargado de supervisar toda la operación de la empresa.

**Gerente Técnico:** Está encargado del análisis, la valoración y la implementación de mejoras y cambios en Chikuri, ayudando a regular los tiempos de producción y estimulando al personal a mejorar la eficiencia.

**Gerente Administrativo:** Llevará las finanzas de la empresa haciendo un manejo de recursos óptimo para el funcionamiento de la compañía así como la administración de personal para las diferentes áreas con las que se cuenta.

**Gerente de producción:** supervisará la producción de Chikuri desde la entrada del material con que es fabricado hasta el empaquetado del mismo, este departamento se apoya en conjunto con el gerente técnico para futuras mejoras tanto en la producción como en los diseños de Chikuri.

-Representantes en el extranjero para su distribución:

AMAGAC Inc. El Paso Texas, E.U.A.

Tel:001(915)613-72-74

e-mail:ariel.iza90@gmail.com

### Metodología

Mediante el planificador de proyecto que a continuación se presenta en la figura 5, se muestra por medio de un cronograma de actividades como se llevaron a cabo cada una de las fases del proyecto establecidas en los lineamientos del manual del concurso de innovación, hasta la fase nacional.

## Planificador del proyecto

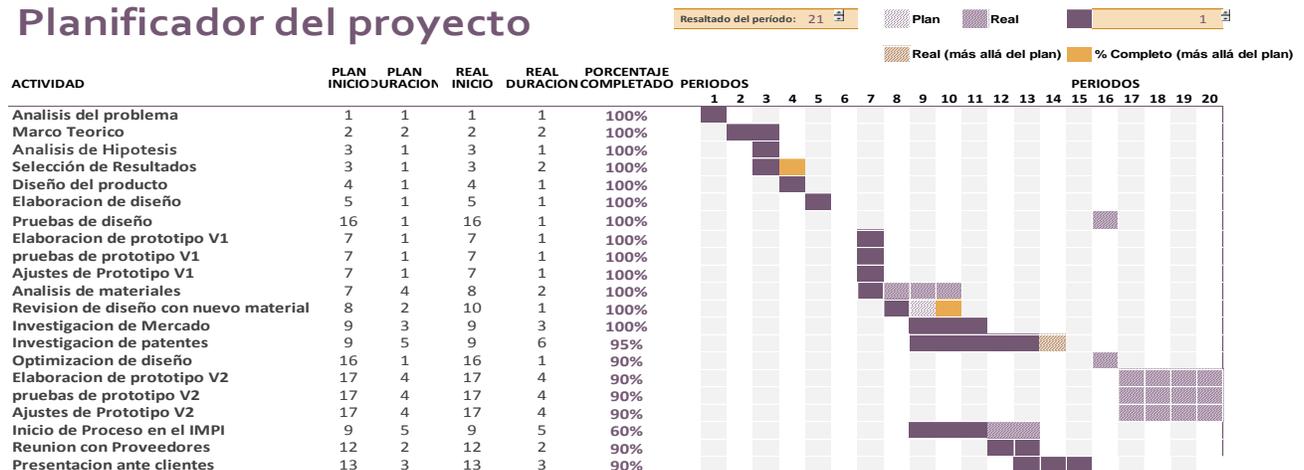


Figura 5.- Planificador del proyecto

### Análisis del problema a resolver.

En la actualidad, el utilizar un equipo de cómputo con un ratón convencional, por más de 5 horas diarias puede ocasionar graves problemas musculares, que pueden llevar al usuario a padecer cualquiera de estas enfermedades y tener que ser intervenido quirúrgicamente. Es por ello que nace el concepto Chikuri, que se basa en el principio de proporcionar confort y mejorar la salud física del usuario, ya que su principal objetivo es reducir el daño causado por la mala práctica, ayudando a prolongar la calidad de vida del usuario y disminuir el daño de quien ya padece alguna de estas enfermedades.

### Marco Teórico

#### Ratón Convencional

**Ratón mecánico:** Su funcionamiento se basa en una bola de silicón que gira en la parte inferior del ratón a medida que se desplaza, este ratón es el más comúnmente utilizado aunque está por desaparecer, ya que comúnmente el usuario busca los ópticos o inalámbricos.

**Ratón óptico:** Su funcionamiento inicial era mediante un LED que enviaba un haz de luz sobre una superficie especial altamente reflexiva y un sensor óptico que captura el haz reflejado. Hoy en día el ratón óptico es una pequeña cámara que realiza 1500 imágenes por segundo y un software de procesamiento digital de imágenes en tiempo real.

**Trackball:** Contiene la misma tecnología que los ratones ópticos e incorporan una bola como los mecánicos, lo que lo hace diferente de ambos, es que la bola contiene puntos de diferente color al fondo, para detectar el patrón de puntos y observan la variación del movimiento.

**Ratón inalámbrico:** Se pueden encontrar como mecánicos u ópticos, y con las diferentes tecnologías de comunicación, como pueden ser: bluetooth, wifi o infrarrojos.

**Touchpath:** Estos dispositivos están constituidos por una superficie sensible, formada por tres capas de diferente composición, han sido relegados, ya que no consiguen la precisión de los ratones convencionales.

**Ratón 3D:** Este tipo de ratón proporciona control sobre los 6 grados de libertad de un objeto en el espacio tridimensional, posee una bola que contiene sensores que miden los esfuerzos de la mano sobre un elemento elástico.

### ***Análisis de la Hipótesis.***

En esta sección se presenta la hipótesis que dio origen a este trabajo de investigación y cuyos resultados se incluyen en el apartado de conclusiones.

Diseño, creación y registro del prototipo que da origen al concepto Chikuri, para mejorar la salud física del usuario que lo utiliza.

### ***Diseño del prototipo y registro en el IMPI – fase nacional en el IT de Durango***

Chikuri consiste en acondicionar los circuitos electrónicos que contiene un ratón laser convencional, de modo que se adapte a la posición natural de las manos del usuario, sin importar la edad, su peso o tamaño de la extremidad. Los botones izquierdo y derecho del dispositivo se utilizarán en los dedos Índice y medio de la extremidad (botón izquierdo en dedo índice y botón derecho en dedo medio), simulando la función que se obtiene en un ratón convencional, pero reduciendo en sí el riesgo de sufrir algún daño físico o motriz de la misma. El desplazador (“scroll”) del dispositivo se encontrará ubicado en la parte anterior del dedo índice de la extremidad facilitando su uso ya que será operado con el dedo pulgar de dicha extremidad. El láser con que el apuntador obtendrá su posición en el sistema, será colocado en el punto central de la palma de la extremidad, ya que, por posición natural y por diseño, esta se convierte en la mejor zona de implementación, logrando que la extremidad se convierta en el ratón. Para que el dispositivo funcione inalámbricamente, se utilizará un receptor de frecuencia que será conectado vía USB sirviendo como puente de comunicación entre el dispositivo y la computadora en uso.

### ***Estado de Desarrollo***

Durante la fase regional, se presentó el prototipo del concepto Chikuri, ya que se están desarrollando las piezas de acuerdo a la naturaleza de la extremidad valorando su estructura para brindar seguridad a quien lo utilice. El diseño de Chikuri está basado en la posición natural de las manos, proveyendo una postura correcta para trabajar, cubriendo los aspectos básicos de ergonomía y comodidad, así como reduciendo su tamaño hasta un 75% en comparación a los ratones que se encuentran en el mercado.



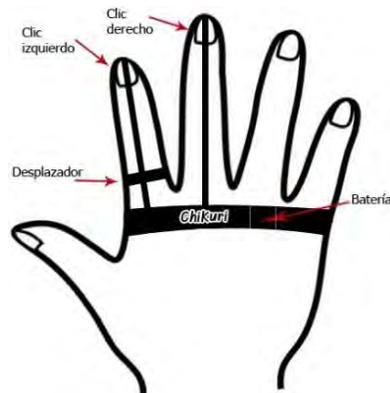
**Figura 6.- En esta figura se muestra la comparación de Chikuri contra los ratones convencionales**

### ***Detalles de Diseño***

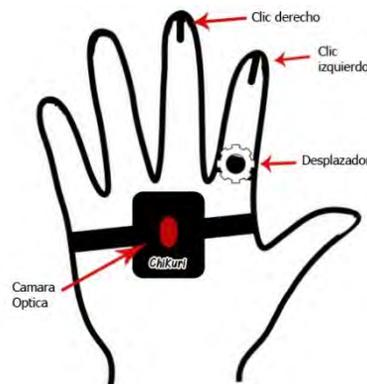
Chikuri brinda comodidad al usuario al momento de trabajar en cualquier superficie, evitando daños a la extremidad gracias a su diseño ergonómico. El diseño se divide en lo siguiente:

La primera sección se ubica en la parte superior de la mano del usuario, en la cual están conectados el botón izquierdo y el desplazador, ubicados en el dedo índice así como el botón derecho ubicado en el dedo medio; en el

dorso de la mano se ubica la batería de 1.5 volts que proporciona la energía que alimenta el circuito electrónico de Chikuri (ver figura 7).



**Figura 7.-  
Vista superior de Chikuri**



**Figura 8.-  
Vista posterior de Chikuri**

La segunda sección de Chikuri se ubica en la palma de la mano del usuario, en donde se localiza el emisor de radiofrecuencia con el que se tendrá comunicación entre Chikuri y la computadora, y el lector óptico el cual determina la posición del apuntador en la pantalla del ordenador. Todos estos componentes son colocados en una estructura diseñada para reducir en un 80% el uso de plástico y en un 75% el tamaño comparándolo con un ratón de tamaño estándar (ver figura 8).

#### Precio

El precio de venta de Chikuri es de \$300.00 M.N.

#### Promoción

Para dar a conocer el producto se optó por las siguientes estrategias:

- ✓ Eventos Tecnológicos
- ✓ Demostraciones del producto
- ✓ Página web
- ✓ Paquete de presentación

Durante la fase nacional del concurso de innovación tecnológica se realizó el registro del modelo de utilidad, creando la marca comercial, que será Chikuri, que significa ratón en el idioma tarahumara. Este nombre entra dentro de la categoría 9 del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (ver figura 6).

# Chikuri

**Figura 9.-Logotipo Chikuri**

Actualmente el producto entra como un modelo de utilidad, ya que en el registro de patentes se cuenta con los componentes para la realización del mismo, pero las adaptaciones realizadas en este nos permiten registrar la idea general.

#### Conclusiones

Gracias al diseño del concepto Chikuri y a los beneficios que este producto proporciona a los usuarios, que requieren de un uso continuo de la computadora, se logra que sus labores sean más fáciles, ya que se pueden realizar múltiples tareas sin necesidad de desprenderse de Chikuri, como contestar el teléfono, teclear en la computadora, saludar a una persona, entre otras, tomando en cuenta que el posicionamiento de los botones permiten una manipulación más dinámica, sin perder funcionalidad y rendimiento al utilizarlo. Actualmente el Instituto Mexicano

de la Propiedad Intelectual, tiene a Chikuri en proceso de evaluación, para su registro como modelo de utilidad, teniendo el número de referencia 10017489096, y cumpliendo con todas las normativas que este organismo establece.

### Referencias

1. Semana Europea de la seguridad y la salud en el trabajo, <http://www.osha.eu.int/ew/2000>, Octubre, 2000
2. Medicina plus, <http://lochnessh.wordpress.com/2012/05/23/posibles-problemas-de-salud-en-informatica-parte-i-el-sindrome-del-tunel-carpiano/>, Marzo 2014.
3. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2012/Noviembre/comunica30.pdf>, Marzo 2014.
4. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/notatinf212.asp>, Marzo 2014.
5. Universidad de Castilla la mancha, <http://www.info-ab.uclm.es>, Octubre 2014.
6. Instituto Mexicano de la propiedad intelectual, [www.impi.gob.mx](http://www.impi.gob.mx), Octubre 2014.
7. PYMETEC, [www.pymetec.gob.mx](http://www.pymetec.gob.mx), 2014 Octubre.
8. Guía de Usuaio de Patentes y Modelos de utilidad, [www.conacyt.gob.mx](http://www.conacyt.gob.mx), Octubre 2014.

# La Materia Integradora de la UTIM Generadora de Modelos de Negocios Para la Transformación del Sector Productivo en la Mixteca Poblana

Mtro. Margarito Barboza Carrasco<sup>1</sup>, Lic. Heréndira Vicuña Tapia<sup>2</sup>,  
C.P. Xóchitl Hoyos Hernández<sup>3</sup> y Mtra. Lucía Reyes Martínez<sup>4</sup>

**Resumen**--La mixteca Poblana es una zona geográficamente marginada, sus condiciones climáticas, orografía y la escasez de empresas ha minimizado el desarrollo regional contribuyendo a la migración de la población a otros estados de la República Mexicana y principalmente a Estados Unidos de América. Bajo este contexto, es urgente desarrollar proyectos integrales y autosustentables capaces de generar recursos que impulsen la economía de esta región. Es en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros (UTIM) en el programa educativo (PE) de Administración y a través de las materia Integradora es donde nace la propuesta de realizar Proyectos Multidisciplinarios que respondan a las necesidades de la población en conjunto con los demás programas educativos (PE's). La estrategia para verificar los conocimientos y competencias adquiridas por los estudiantes de cada programa educativo, es el planteamiento, formulación y evaluación de un modelo de negocio que desarrolle a esta región mixteca.

**Palabras clave:** Integradora, Proyectos, Multidisciplinario, Modelos de negocio.

## Introducción

En México no existen políticas públicas explícitas tendientes a elevar la competitividad desde un punto de vista integral y a largo plazo. A nivel regional, las entidades toman medidas autónomas para incrementar su competitividad, de manera que los beneficios se distribuyen en forma desigual en el ámbito geográfico del país (Meixueiro Nájera, Moreno Pérez, & Martínez López, 2012).

La mixteca en el estado de Puebla es una zona geográficamente marginada, sus condiciones climáticas, orografía y la escasez de empresas ha minimizado el desarrollo regional contribuyendo a la migración de la población económicamente activa (PEA) a otros estados de la República Mexicana y a los Estados Unidos de América (EUA). Bajo este contexto, es urgente desarrollar proyectos integrales y autosustentables capaces de generar recursos que impulsen la economía de esta región.

La ubicación estratégica de la UTIM dentro de la mixteca poblana, responde al compromiso de desarrollar a esta región a través de sus egresados de las distintas ingenierías que se imparten dentro de sus instalaciones, sus mapas curriculares han sido diseñados para generar las competencias y habilidades requeridas en su formación profesional.

Los mapas curriculares de los PE's en las Universidades Tecnológicas (UT's) tienen materias diseñadas para desarrollar competencias profesionales en cada uno de sus estudiantes. La materia "Integradora" conjunta las distintas competencias generadas por materias que le anteceden, estratégicamente su ubicación esta en el Tercero y Quinto cuatrimestre del Nivel TSU; y en Segundo, Tercer y Cuarto Cuatrimestre del Nivel 5A de Ingeniería en el mapa curricular y variando en cada programa educativo PE (Universidad Tecnológica de Cancún, 2014); incide en un proyecto que realizará el estudiante mostrando los conocimientos adquiridos en las materias cursadas (algunas de manera seriada). Las materias integradoras conllevan una enorme responsabilidad dentro del sistema de UT's pues utilizan lo aprendido en las materias anteriores y las que se cursan (Dibene, Messina, Ortiz, & Piñon, 2011).

La materia integradora puede trabajarse como proyecto, caso, investigación o práctica situada en una empresa, que el maestro, el claustro o academia diseñan para que el estudiante manifieste lo aprendido en forma

---

<sup>1</sup> Margarito Barboza Carrasco es Profesor de Tiempo Completo de Administración de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, México [mbarboza05@hotmail.com](mailto:mbarboza05@hotmail.com)

<sup>2</sup> Heréndira Vicuña Tapia es Profesora de Tiempo Completo de Administración de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, México [herendira\\_y\\_t@hotmail.com](mailto:herendira_y_t@hotmail.com)

<sup>3</sup> Xóchitl Hoyos Hernández es Profesora de Tiempo Completo de Contaduría de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, México [xhoyoshernandez@gmail.com](mailto:xhoyoshernandez@gmail.com)

<sup>4</sup> Lucía Reyes Martínez es Profesora de Tiempo Completo de Administración de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Puebla, México [luciareyesmartinez@hotmail.com](mailto:luciareyesmartinez@hotmail.com)

práctica en los diferentes cuatrimestres, y así evaluar su competencia. (Torres, Barba, López, & Márquez, 2014).

La materia integradora es la estrategia curricular que integra en su Programa de Estudio la verificación de conocimientos y competencias adquiridas por los estudiantes de cada PE, a través del desarrollo de un proyecto integrador como conjunto de actividades planeadas, ejecutadas y evaluadas desde su inicio hasta el fin por los estudiantes, bajo la dirección de un profesor elegido por los demás profesores que la imparten. El resultado se muestra con la elaboración de un documento como evidencia de la competencia adquirida.

Este proyecto se implementa mediante la materia integradora en la Universidad como desarrollo e impulso de la región, con el apoyo y la dirección de proyectos integradores desarrollados por equipos multidisciplinarios de estudiantes enfocados a crear empresas sustentables para la región basadas en productos innovadores biotecnológicamente, mismos que impactarán generando sus empleos propios y en general, respaldadas bajo asesoría de una institución que se consolida con una estructura de importantes investigaciones, capital humano, laboratorios, infraestructura, entre otros, dispuestos a apoyar estos proyectos para que logren trascender a PyME's y den relevancia en la región.

En la UTIM se ha desarrollado una experiencia con la creación de modelos de negocios conjuntando un equipo multidisciplinario (coordinado) al integrarse distintas disciplinas buscando resolver un proyecto, un equipo interdisciplinario (misma perspectiva) al definir un objetivo, una metodología para alcanzar las metas y un equipo de alto rendimiento Transdisciplinario (fusión) que integra formas de pensar complejas, valores de los estudiantes, disponibilidad de horarios y lo más importante entregar un producto o servicio que genere un modelo de negocio en esta región mixteca (Posadas, 2015). También es importante señalar que los equipos que se formaron en la UTIM pueden llamarse multidisciplinarios o pluridisciplinarios por la forma de integrarse en las actividades que se desarrollaron en la materia integradora (Pompo, 2013).

### Descripción del método

La investigación es de tipo cuantitativa con alcance descriptivo. la unidad de análisis son los proyectos participantes creados en la materia integradora de las Ingenierías de la UTIM, con estudiantes de los PE's de Agrobiotecnología Agrícola, Desarrollo e Innovación Empresarial, Financiera y Fiscal, Procesos Alimentarios y Tecnologías de la información, los proyectos desarrollados en la materia integradora fueron:

Proyecto 1. "Biomagnetismo aplicado a la agricultura", Proyecto 2. "Fermentación aeróbica de abonos orgánicos de bacterias y levaduras", Proyecto 3. "Transformación de residuos orgánicos en lombricomposta", Proyecto 4. "Inoculación artificial del huitlacoche", Proyecto 5. "Identificación de microorganismos asociados al pigmento del ácido carmínico", Proyecto 7. "Biorremediación de suelos contaminados por pesticidas mediante el uso de pseudomonas", Proyecto 8. "Fermentación de estiércol de bovino para la obtención de biofertilizante", Proyecto 9. "Producción de rhizobium para la fijación de nitrógeno en cultivos agrícolas", Proyecto 10. "Producción de biodiesel".

### Análisis

Al término del cuatrimestre y concluida la materia integradora se aplicaron 40 encuestas donde se recoge la experiencia de los integrantes de cada equipo multidisciplinario, las preguntas son las siguientes:

**P: ¿Consideras importante realizar un proyecto multidisciplinario para la formación Académica del estudiante?**

R: En ésta pregunta el 100% de los estudiantes lo considera importante.

**P: Describe tu experiencia en la realización del proyecto multidisciplinario en la ingeniería.** Algunas respuestas son:

R1: "La integradora fue la mejor experiencia que he tenido".

R2: "Considero que fue una gran experiencia además de ser un reto, una experiencia inigualable que enriqueció mucho nuestro aprendizaje, un reto porque el trabajo en equipo no es fácil y más cuando tienes que trabajar con más de 20 personas de diferentes especialidades".

**P: ¿Recomiendas la forma de trabajo en el proyecto multidisciplinario para futuras generaciones?**

R: "Resaltaron que la actividad se debe hacer porque fortalece la socialización entre compañeros y simula la vida en el mundo laboral".

**P: ¿Cuál fue tu aprendizaje en la realización del Proyecto Multidisciplinario?**

R: "Se aprendió a: trabajar en equipo, dirigir a un grupo de personas, elaborar proyectos de inversión vinculando la teoría con la práctica, delegar responsabilidades y aplicación de conocimientos adquiridos en el aula".

**P: Realizar el Proyecto Multidisciplinario, ¿te aportó conocimientos para para tu vida laboral actual?**

R: la respuesta fue afirmativa comentando “la aportación a mi vida laboral es en liderazgo, trabajo en equipo, relaciones interpersonales y alcance de objetivos”.

**P: En el desarrollo del Proyecto Multidisciplinario, ¿Qué te hizo falta?**

R: La respuesta fue “hizo falta para culminar el proyecto; el financiamiento, mayor comunicación, un plan de trabajo o cronograma de actividades, más tiempo para llevar a cabo y mayor apoyo por parte de los Directores de los PE’s”.

**P: ¿Cuál sería tu sugerencia para que el Proyecto Multidisciplinario se implantara en cualquier universidad Tecnológica del país?**

R: “Respondieron que la Universidad forme empresarios, ¡no mano de obra barata!, contratar a profesores con experiencia en formulación de proyectos de inversión; que se exijan resultados de la materia integradora; mejorar el canal de comunicación entre directores y profesores que imparten la materia integradora y establecer horarios fijos en todas los PE’s para llevar a cabo dicha materia”.

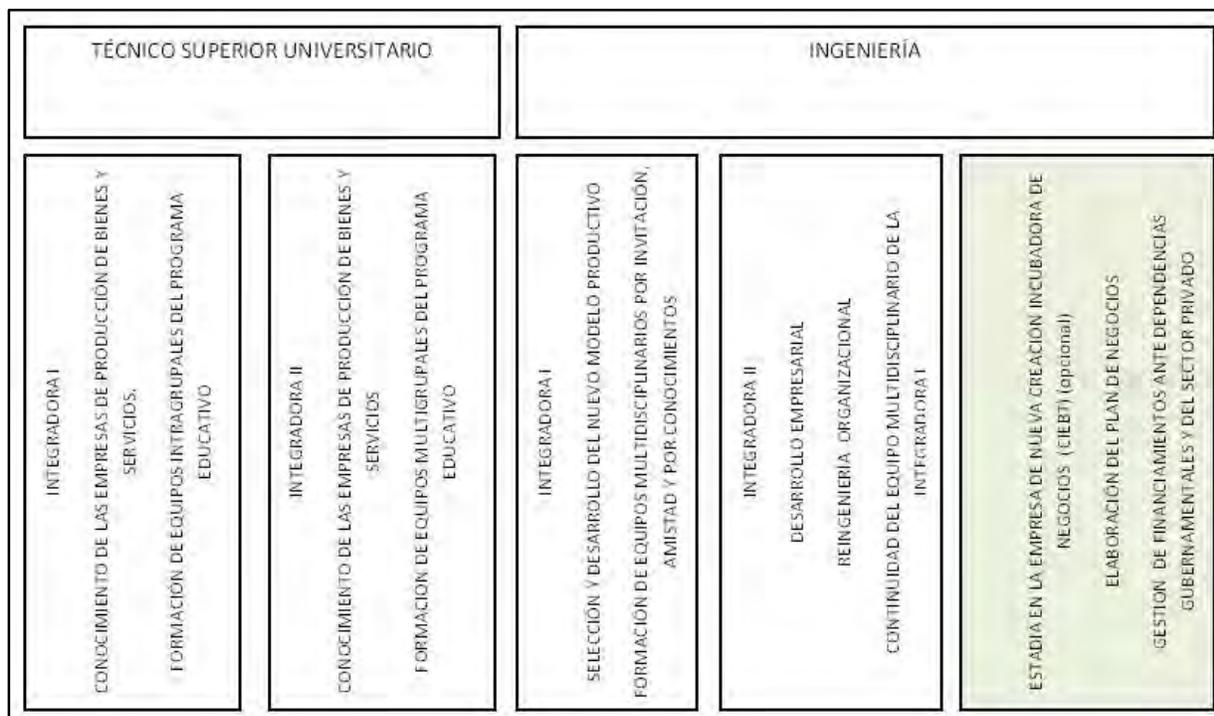
### Comentarios finales

#### *Conclusiones*

Una manera de generar modelos de negocios para transformar al sector productivo en la Mixteca Poblana se logra desde las aulas de la UTIM, siempre y cuando haya compromiso en la enseñanza para trabajar en equipo, involucrándose autoridades educativas, profesores y estudiantes para lograr las competencias profesionales de la vida real.

Este trabajo expone las experiencias de una prueba piloto en la UTIM donde a través de la materia integradora del TSU hasta las Ingenierías desarrollaron proyectos multidisciplinarios que respondieron a las necesidades de la población y tuvieron un alcance desde el planteamiento de la idea hasta la formulación y evaluación del proyecto de inversión.

La figura 1. Muestra las etapas que los estudiantes experimentaron en el trabajo de las materias integradoras durante su formación profesional. La primera etapa se dio en la materia integradora I en el TSU, la experiencia del estudiante fue el trabajo en equipo integrado con compañeros del mismo grupo quienes buscaron el acercamiento con las empresas de la región como estrategia para que conocieran el tamaño de la empresa, giro, filosofía, políticas y valores organizacionales, además se elaboró su FODA de la organización -es de mucha utilidad-; la segunda etapa se dio en la materia integradora II en el TSU, las vivencias de los estudiantes se dieron en el trabajo en equipo integrado por compañeros de otros grupos, ajustándose a la disposición de horarios, logro de acuerdos, fijación de objetivos y metas en conjunto dependiendo de los requerimientos de cada PE; la tercera Etapa fue en la Materia Integradora I de la Ingeniería, los estudiantes apreciaron la integración de equipos multidisciplinarios de varios PE’s y planearon el modelo de negocio a desarrollar, formularon y evaluaron el proyecto de inversión; en la cuarta etapa en la materia integradora II de la ingeniería fue de continuidad para reorganización y reingeniería en los procesos y ajustes en el equipo. La quinta y última etapa se dio durante la Estadía Técnica en donde se propuso terminar el proyecto en una Incubadora de Negocios para buscar el financiamiento de la empresa.



**Figura 1. Etapas para desarrollar un modelo de negocio. Elaboración propia**

### Recomendaciones

Para las Instituciones Públicas que requieran replicar este modelo de trabajo con la intención de provocar el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes deberán cumplir ciertos requisitos:

1. Los Directores de los PE's deberán elaborar un plan de trabajo para el desarrollo de las materias integradoras u otra materia que sirva como organizadora del plan de trabajo
2. Asignar la materia Integradora al personal que cumpla con el perfil y tenga la voluntad de involucrarse completamente en el trabajo
3. Los Profesores involucrados y no involucrados motiven a los estudiantes en este tipo de trabajo para beneficio a futuro en lo laboral
4. Los proyectos deben tener seguimiento y evaluación como forma de medir impacto para los PE's y la Universidad
5. Los proyectos que cumplan con requisitos para ingresar a Incubadora deben ser impulsados
6. Los estudiantes y profesores deben ser estimulados con documento meritorio o reconocimiento por parte de los PE's o Universidad
7. Los Profesores de la materia y sus estudiantes deberán exponer sus proyectos a las siguientes generaciones en foros.

### Referencias

Meixueiro Nájera, G., Moreno Pérez, S., & Martínez López, C. "Desarrollo regional y competitividad en México", Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (ISBN: 978-607-7919-35-3), México, 2012.

Universidad Tecnológica de Cancún. (01 de agosto de 2014). "utcancun.edu.mx". Consultada por internet el 01 de agosto de 2014. Dirección de internet: <http://utcancun.edu.mx>.

Dibene, L., Messina, V., Ortiz, J., & Piñon, A. (9 de mayo de 2011). "micro.utbb.edu.mx". Consultada por Internet el 25 de julio de 2014. Dirección de internet: <http://micro.utbb.edu.mx>

Torres, A., Barba, C., López, F., & Márquez, J. G. (02 de agosto de 2014). "cie.uach.mx". consultada por Internet el 10 de enero de 2015. Dirección de Internet: <http://cie.uach.mx>

Posadas, R. “*Formación Superior Basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autonomo del estudiante*”, *Revista Iberoamericana de Educación*(ISSN:1681-5653), 2015, 20-22.

Pompo, O. “Epistemología de la Interdisciplinariedad. La Construcción de un nuevo modelo de la comprensión”, *Interdisciplina* (ISSN: en trámite), Vol. 1, Núm.1, septiembre-diciembre 2013, 21-50. Consultada por internet el 26 de enero de 2015. Dirección de internet: <http://revistas.unam.mx/index.php/inter/issue/archive>

# Diseño de semáforo inteligente

M.C. José Luis Beltrán Márquez<sup>1</sup>, M.A.T.I. Hiram Álvarez Velázquez<sup>2</sup>  
M.T.I. Manuel Ramírez López<sup>3</sup>

**Resumen**—Este trabajo de recopilación de información del estado del arte acerca de los semáforos inteligentes, expone los avances de equipos y algoritmos que usan cámaras de video, y que en tiempo real toman decisiones sobre la optimización del tráfico en una intersección dada.

**Palabras clave**— semáforo, automatización, inteligencia y vigilancia.

## Introducción

Pocas cosas enervan más a una persona que las situaciones que se derivan de las deficiencias en materia de circulación vehicular. Cuando uno se sube a su automóvil, o para el caso a un camión de transporte urbano, lo único que le interesa es llegar cuanto antes a su destino, y eso es algo que no se nos concede.

Estamos sentenciados a sufrir las penas del infierno, mientras nos encontremos presos sin remedio en los laberintos del tráfico urbano.

Los semáforos son una forma sofisticada de controlar una intersección. Permiten separar los periodos de tiempo en que se puede avanzar por cada calle. La distribución de tiempos se denomina reparto, en tanto que el ciclo es el tiempo transcurrido desde el inicio de una determinada fase hasta que ella vuelva a activarse. En general, el semáforo tiende a ser considerado como una medida positiva, que produce beneficios y mejora la seguridad en cualquier situación. No obstante, esta creencia no siempre se ve corroborada.

Para que la instalación de un semáforo ofrezca beneficios reales a la población es preciso contar con las adecuadas condiciones que permitan un mayor beneficio que los costos que este representa. Por ejemplo, dada la variabilidad de la demanda, es posible que un semáforo tenga plena justificación en ciertos periodos del día o en ciertas estaciones del año, y en el resto constituya un costo para la comunidad. Nuestro Objetivo es hacer que el semáforo sea un beneficio, reduciendo el tiempo medio de espera de los vehículos que circulan por la intersección.

## Descripción del Método

Los semáforos inteligentes son dispositivos accionados por el tránsito; es un sistema cuyo funcionamiento varía de acuerdo con las demandas del tránsito que registren los detectores de vehículos o peatones, los cuales suministran la información a un control local. Los semáforos accionados por el tránsito se clasifican en dos categorías generales:

- *Totalmente accionados* Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en todos los accesos de la intersección.
- *Parcialmente accionados* Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos de la intersección, pero no en todos.

Un ejemplo típico, es un semáforo que detecta peatones y que les da el paso. La estructura típica de un semáforo inteligente controlado por cámara es:

- *Cámara de video* Se instala una cámara de video a una altura determinada, procurando que el horizonte no esté visible en la imagen (Figura 1).



Figure 1: cámara

<sup>1</sup> José Luis Beltrán Márquez es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Obregón, Sonora. [jbeltran@itesca.edu.mx](mailto:jbeltran@itesca.edu.mx)

<sup>2</sup> Hiram Álvarez Velázquez es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Obregón, Sonora. [halvarez@itesca.edu.mx](mailto:halvarez@itesca.edu.mx)

<sup>3</sup> Manuel Ramírez López es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Obregón, Sonora. [mramirez@itesca.edu.mx](mailto:mramirez@itesca.edu.mx)

- *Unidad de control local* se compone de varios procesadores de imágenes de vídeo integrados en un bastidor estándar, junto con un tablero de comunicación (figura 2).



Figure 2: control local

- *Zona de detección* La posición de la cámara y la configuración de la zona, son elementos cruciales. Un auto solo va a ser detectado cuando ocupe al menos 1/3 de la zona; se debe procurar que la zona esté donde los autos se detienen. El ancho de la zona no debe ser más ancha que el carril, debido a que la reflexión de los otros carriles pueden confundir al software de detección. El largo de la imagen debe ser al menos la longitud de un auto, no puede ser muy largo porque se disminuye la capacidad de detección (figura 3).



Figure 3: Zona de detección

- *Algoritmos de detección* son usados en los sistemas comerciales obviamente son secretos; solo conociéndose su desempeño. Existen algoritmos que se especializan en la hora del día, y en el lugar donde esté el semáforo, el cual puede ser un túnel o un cruceo sombreado por altos edificios, donde las sombras de los edificios cambian durante el día. Hay algoritmos para detectar automóviles, o especializados en peatones, bicicletas, motocicletas, trailers, etc.
- *Algoritmos de reparto* Son los algoritmos que se encargan de manejar los tiempos de las luces, basándose en los objetos detectados por los algoritmos de detección; o bien en la comunicación que se tenga con los semáforos vecinos.
- *Centro de control global* cada semáforo tiene un centro local de control, pero es posible que exista comunicación entre toda la familia de semáforos o entre los vecinos, y entonces mejorar el tráfico a nivel global (Figura 4).



Figure 4: Control Global

- *Almacenamiento de la señal de vídeo*, para análisis de accidentes o por seguridad misma (Figura 5).



Figure 5: Datos

- Señalización para vehículos y peatones (Figura 6).



Figure 6: Semáforo, Señalización para peatones y Conteo de tiempo para peatones

- UPS Sistema de resguardo de energía para apagones (Figura 7).



Figure 7: UPS

#### *Técnicas Actuales*

En ciudad Obregón, un semáforo típico solo es un controlador del tráfico en un cruce y funciona en base a un tiempo programado, y no considera para nada las condiciones del tráfico, incluso en muchas ocasiones los oficiales de tránsito mejor apagan los semáforos y ellos personalmente dirigen el tráfico.

El control de tráfico basado en el flujo vehicular no es novedoso; hay empresas especializadas que tienen más de 20 años en operación, como Traficon, Iteris, Peek Traffic, ANPR por ejemplo.

Existe por lo anterior una amplia gama de productos relacionados al control inteligente y automatizado del tráfico; y en ocasiones hasta modular, donde para agregar una nueva funcionalidad, solo hay que adquirir un módulo nuevo, las aplicaciones comunes son: túnel, carretera y urbano.

Anteriormente se usaban variados sistemas de detección de objetos, usando detectores de presencia que en ocasiones incluye la necesidad de perforar el pavimento. Los sistemas actuales se basan más en la visión por computadora, ya que usando algoritmos adecuados es posible conocer el estado del flujo vehicular.

Uno de los problemas de usar cámaras de vídeo es el corto alcance de visión; por eso también se ha agregado alternativamente la detección por radar, la cual permite incrementar el alcance de detección, útil en carreteras de alta velocidad.

Los requerimientos típicos de los sistemas de control de tráfico son:

- *Control de cruce* En base a la detección de vehículos cercanos al semáforo programar el reparto del ciclo del cruce.



Figure 8: Contro cruce

- *Detección de peatones* Es importante detectar peatones, porque no se debe dar el paso a los vehículos mientras esté un peatón en tránsito; o bien, dar el paso a un peatón esperando la oportunidad de cruzar.



Figure 9: Detección de peatones

- *Gestión del tráfico* El control de tráfico de un cruce se considera un control local o aislado, si queremos mejorar la vialidad de una ciudad por ejemplo, tenemos que interconectar los semáforos entre sí, o a un control global; para que de ésta manera un semáforo pueda comunicar a sus vecinos que no tiene flujo en un sentido por ejemplo, y el resto de los semáforos puedan programar sus tiempos usando esa información. Otro uso extendido es dar preferencia a líneas de autobuses o trenes, incluso policías, bomberos, etc.



Figure 10: Gestión vehicular

- *Detección de accidentes* Para carreteras y túneles es sumamente importante la detección de accidentes viales, para activar alguna señal que avise a los usuarios con anticipación y evitar más accidentes.



Figure 11: Detección de accidentes

- *Grabación de la actividad* Para determinar responsabilidades es muy útil tener vídeos guardados de la actividad en la zona.
- *Conteo de flujo* Contando el flujo vehicular se pueden re-programar los semáforos o bien diseñar nuevas rutas para el tráfico.
- *Reconocimiento de matriculas* Es prácticamente imposible tener un oficial de tránsito en cada cruce, pero es perfectamente factible que la cámara del cruce tome evidencia de alguna acción infractora para posteriormente multar al infractor. Pero además de lo anterior, que dicho sea de paso funciona muy bien como inhibidor de infracciones, el sistema puede funcionar para detectar vehículos reportados.



Figure 12: Reconocimiento de matriculas

- *Sistemas de transportación* El sistema de transportación de California [?] es un ejemplo mundial de control vehicular, donde en tiempo real hay información de incidentes, congestión, salidas cerradas,

cambio de la velocidad en sectores de carreteras, mensajes a GPS o celulares, etc. Otro ejemplo reciente es el de la ciudad de México, que acaba de implementar un sistema de detección de placas, y de ésta manera es posible ubicar autos reportados como robados por ejemplo.

#### *Propuesta*

De las 3 aplicaciones de semáforos (túnel, carretera y urbano) nos concentraremos en la aplicación del tipo urbano dentro de la primera etapa.

Por lo tanto, primeramente solo nos enfocaremos a la detección de vehículos próximos al cruce, ya que no utilizaremos radares. Realizaremos un prototipo totalmente accionado por el tráfico y de ámbito local; es decir, no mantendrá comunicación con los semáforos adyacentes (sincronización de semáforos), dejando esto último para una etapa posterior.

La razón de diseñar este proyecto, a sabiendas de la existencia de esta tecnología, se debe al alto costo de la misma con las empresas comerciales que la distribuyen, por lo que el proyecto impacta fuertemente en los costos de implementación y estaría al alcance de los gobiernos municipales que cuentan con un bajo presupuesto para este rubro.

En esta primera etapa, el proyecto está centrado en la realización de los algoritmos de detección vehicular, así como el algoritmo de reparto del ciclo del semáforo; por lo que el equipo utilizado sería de laboratorio y no de uso rudo; en otras palabras, la selección o fabricación del hardware se desarrollará en una etapa posterior con la colaboración de un equipo interdisciplinario con las carreras de ingeniería en sistemas computacionales, ingeniería en electrónica e ingeniería mecánica.

Incluso los algoritmos propuestos para la detección y el reparto del ciclo, pueden ser mejorados con la colaboración de tesis o investigadores dentro del área de ciencias básicas.

La implementación del prototipo consistirá en el uso de video-cámaras web de mediana resolución, una computadora con el software de control (implementación de algoritmos) y PLC's a manera de interfaces.

### **Comentarios Finales**

#### *Resultados Esperados*

- Desarrollo del algoritmo de detección.
- Desarrollo del algoritmo de reparto del ciclo.
- Creación del prototipo.

#### *Resultados Obtenido Hasta el Momento*

##### *Desarrollo del algoritmo de Detección*

Se desarrollaron dos algoritmos para la detección de autos:

- Usando Entropía el primer algoritmo se basó en la entropía de la escena cuando no existe ningún auto, y en el cambio que se registra en la entropía de la imagen cuando algún auto cambia la escena que capta la cámara.
- Usando imagen Pre-grabada En este caso, el algoritmo compara la diferencia de la nueva imagen, con una imagen establecida como normal (sin autos) y si existe mucha diferencia intuye que algún auto está cambiando la escena.

##### *Desarrollo del algoritmo de reparto del ciclo*

El algoritmo recibe una señal de inicio del ciclo, y si considera que no hay suficientes autos cruzando para justificar la luz verde, manda una señal de que se adelante el ciclo verde y pase a amarillo.

##### *Creación del prototipo*

Se pensaba hacer un prototipo completo que incluyera postes, luces, control, etc. Pero dado que ya existe una infraestructura instalada, la cual tiene un costo elevado; se pensó en interactuar con el equipo instalado y acelerar los cambios de luces, de la misma manera que lo haría un oficial de tránsito cuando en ocasiones toma el control de los tiempos del semáforo. Para hacer lo anterior, se requiere de tener acceso a un semáforo, lo cual desafortunadamente no se ha podido concretar; y está fuera del alcance económico de los participantes adquirir un semáforo real en operación normal, además de conseguir el permiso para operarlo.

Por lo anterior, hasta el momento solo se ha realizado un prototipo tipo didáctico.

### Referencias

- Álvarez, L.(2005). *Simulación y control tráfico vehicular*. México : UNAM, 35 p.
- Dextre, Q. y Carrasco, L. (1990). *Modelo de simulación de tráfico vehicular*. Trujillo, Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- González, J.(2003). *¿Cómo mejorar el flujo vehicular por medio de la simulación?*. México : Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico.
- Lozano, A., Torres, V., & ANTÚN, J. (2002). *Tráfico vehicular en zonas urbanas*. Mexico: UNAM.

### Notas Biográficas

El **M.C. José Luis Beltrán Márquez** es profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, en Ciudad Obregón, Sonora, México. Terminó sus estudios de postgrado en Ciencias en *Instituto Tecnológico de Monterrey*, Ciudad Obregón, Sonora.

EL **M.A.T.I. Hiram Álvarez Velázquez** es profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, en Ciudad Obregón, Sonora, México. Terminó sus estudios de postgrado en Administración de Tecnológicas de la Información en *Instituto Tecnológico de Sonora*, Ciudad Obregón, Sonora.

El **M.T.I. Manuel Ramírez López** es profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, en Ciudad Obregón, Sonora, México. Terminó sus estudios de postgrado en Tecnológicas de la Información en *Universidad LA SALLE Noroeste*, Ciudad Obregón, Sonora.

# Calidad de una aplicación móvil fiscal en el cálculo del pago provisional mensual de personas físicas con actividad empresarial

Dr. Juan Pedro Benítez Guadarrama<sup>1</sup> Dra. Ana Luisa Ramírez Roja<sup>2</sup> Dr. Alfonso Aldape Alamillo<sup>3</sup> Dr. Sabino Velásquez Trujillo<sup>4</sup>

**Resumen**—El objetivo de esta investigación es mostrar el nivel de calidad de una aplicación móvil fiscal mediante el uso del teléfono inteligente como una herramienta digital para hacer eficiente la obtención de información sobre los pagos provisionales mensuales de los impuestos federales en México (Impuestos Sobre la Renta e Impuesto al Valor Agregado para el año 2015), la aplicación se creó con base en las disposiciones fiscales mexicanas vigentes que proporcionen valor adicional al contribuyente y estado; el instrumento de medición de la calidad basado en la Norma ISO 9126. La evaluación se realizó aplicando 300 instrumentos a contadores públicos. En el análisis se aplicó estadística descriptiva e inferencial utilizando el programa estadístico SPSS. Los resultados muestran niveles óptimos de calidad del uso de la aplicación fiscal en las prácticas fiscales la cual se infiere que puede mejorar en la gestión ante las autoridades fiscales.

Palabras clave: Pagos provisionales, aplicación fiscal, calidad, ISO 9126, actividad empresarial.

## Introducción

En el contexto fiscal se establece un vínculo jurídico fiscal entre el sujeto activo representado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, quien se encuentra facultado para exigir el cumplimiento y pago de los impuestos en México y el sujeto pasivo, representado por el contribuyente, quien tiene la obligación de cumplir con las disposiciones establecidas en las leyes fiscales mexicanas que se materializan a través del pago de los impuestos.

A partir de este fenómeno, el Estado implementa estrategias de e-gobierno o gobierno electrónico el cual permite al contribuyente hacer más eficiente y efectiva la gestión gubernamental, además tiene la obligación de asesorar y proveer aplicaciones tecnológicas fiscales a los contribuyentes con la finalidad de brindar con mayor oportunidad, el cumplir con las obligaciones fiscales, no es común que la autoridad hacendaria proporcione simuladores tecnológicos para dispositivos inteligentes móviles que auxilien al contribuyente en la determinación y cálculo de los pagos provisionales mensuales en los impuestos federales; debido a la complejidad en el contenido de las leyes fiscales mexicanas incluyen obligaciones que deben cumplir las personas físicas dedicadas a realizar actividades empresariales (comerciales, industriales, ganaderas, pesqueras, silvícolas y agrícolas), se tienen la necesidad de desplazarse a las oficinas de administración tributaria más cercana del domicilio del contribuyente,

---

<sup>1</sup> Dr. Juan Pedro Benítez Guadarrama, Profesor investigador de Contaduría en la Universidad Autónoma del Estado de México, [jpbenitezg@uaemex.mx](mailto:jpbenitezg@uaemex.mx)

<sup>2</sup> Mtra. Ana Luisa Ramírez Roja, Profesora de Ingeniería en sistemas computacionales en la Universidad Autónoma del estado de México [aramirezr@uaemex.mx](mailto:aramirezr@uaemex.mx)

<sup>3</sup> Dr. Alfonso Aldape Alamillo, Profesor de ingeniería del Instituto tecnológico de Ciudad Juárez, [jaldapaea@itcj.mx](mailto:jaldapaea@itcj.mx)

<sup>4</sup> Dr. Sabino Velásquez Trujillo, Profesor del Instituto Tecnológico Tuxtla Gutiérrez Chiapas, [svelazquezt@uach.mx](mailto:svelazquezt@uach.mx)

proceso y obtener los resultados del Impuesto Sobre la Renta, Impuesto al Valor Agregado de las personas físicas dedicadas al desarrollo de actividades empresariales.

para que un asesor de la autoridad hacendaria les auxilie en la determinación y cálculo de los impuestos que tiene que pagar, a pesar del exceso del tiempo que le invierten por la espera y la mala atención por parte del asesor no proporcionan una atención adecuada ni ofrece diferentes alternativas que tiene el contribuyente para realizar un pago justo del impuesto.

Por tal motivo hemos desarrollado una aplicación móvil fiscal que permita al estado mayor oportunidad en la captación de la recaudación de impuestos e incorporar nuevas tecnologías en la gestión tributaria que mejore el

### **Descripción del método**

Actualmente el interés por la calidad crece de forma continua por lo que ha sido motivo de estudio en diferentes aspectos. La calidad en este trabajo se enfoca en comprobar si un producto posee determinadas características de calidad en el grado requerido y basados en la principal atención de la ingeniería del software cuyo propósito es mejorar la calidad de sus productos y lograr que estos sean competitivos; implicando de esta manera, la necesidad de contar con ciertos parámetros que establezcan los niveles de calidad, por lo que este trabajo se fundamenta en el modelo de calidad establecido por el estándar ISO 9126 publicado en 1992 bajo el nombre de "Information technology-Software product evaluation: Quality characteristics and guidelines for their use", el cual describe la calidad en términos de la funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Moreno (2008) desarrolló una herramienta para la evaluación de la calidad en uso de sitios web basada en el estándar ISO/IEC 9126-4, denominada SW-AQUA, basado en cuatro aspectos: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en el área de control escolar del Instituto Tecnológico de Motul con una muestra de 8 participantes, el estudio demostró la calidad en uso de un sitio web, determinando que es un sitio funcional, rápido, reducción de errores, exacto, preciso y confiable para el usuario. Por otro lado, Solarte (2009) diseñó un modelo de calidad para procesos de software, en el cual realizó un análisis de los modelos de calidad: la norma ISO/IEC, la integración del modelo de maduración de la capacidad CMMI y el modelo de calidad IT MARK para las PYMES, para determinar los beneficios e inconvenientes que presenta el desarrollo de software con calidad; infiere que el modelo CMMI ayuda a encontrar la mejor manera de trabajar, no detalla los procesos, tiene que reforzarse y usarse apropiadamente; El modelo ISO/IEC 15504 identifica los riesgos de los costos, mejora la eficiencia y calidad además de evaluar los procesos de software; IT MARK es el primer modelo de calidad internacional diseñado para las PYMES en base a un conjunto de herramientas desvinculadas entre sí, generando dificultad para gestionarlas, mantenerlas y controlarlas. Sin embargo, Omaña y Cárdenas (2010), en una contribución para el desarrollo de software con calidad, realizó un estudio documental no experimental, descriptivo y transeccional donde evaluó la versión 4 del SQLfi, bajo un modelo sistémico de calidad del software (MOSCA) aplicada a una población de 26 sujetos con una muestra intencional de 11, obteniendo un nivel sistémico de calidad nulo, por lo que propone la adopción de un modelo de desarrollo para la construcción de software de calidad basado en estándares establecidos. De esta manera, Santoveña (2010) diseñó un instrumento de la calidad de los cursos virtuales de la UNED en España, el instrumento consta de 36 ítems organizado en tres dimensiones: Calidad general del entorno y metodología, calidad técnica (navegación y diseño) y la calidad de recursos multimedia; a fin de presentar una propuesta de mejora. Rodríguez (2010) presenta una metodología para la evaluación de la calidad en los modelos UML, formada por un conjunto estructurado de procesos orientado a la evaluación de la calidad, donde a partir de una revisión de estándares, normas y metodologías relacionadas con la evaluación de la calidad del software, elaboró la metodología EVVE, bajo los siguientes principios: formada por un conjunto estructurado de procesos, orientado a la relación con el cliente y la externalización de la evaluación de la calidad, fácilmente adaptable; sin embargo identifica el qué, cuándo, y el quién, de cada una de las fases y actividades de los procesos, así como la secuencia de pasos que se debe seguir a la hora de llevar a cabo la evaluación; por lo que podemos observar que no existe a la fecha un instrumento que permita evaluar la calidad sobre una aplicación móvil específica, por lo que se diseñó un instrumento de medición de la calidad basado en los criterios e indicadores en la Norma ISO 9126 conformado por 20 ítems (Cuadro. 1) estructurado con escala tipo Lickert (Cuadro 2).

Escala	Evaluación
1	Excelente
2	Bueno
3	Aceptable
4	Deficiente
5	Malo

Cuadro 1: Tabla de escala de evaluación. Elaboración propia.

Ítem	INDICADOR	CRITERIO O VARIABLE
1	Adecuación	FUNCIONALIDAD
2	Exactitud	
3	Interoperabilidad	
4	Seguridad	
5	Madurez	CONFIABILIDAD O FIABILIDAD
6	Recuperabilidad	
7	Aprendizaje	USABILIDAD
8	Comprensión	
9	Entendimiento	
10	Operatividad	
11	Atractividad	
12	Tiempo	EFICIENCIA
13	Recursos	
14	Estabilidad	MANTENIBILIDAD
15	Análisis	
16	Cambio	
17	Pruebas	
18	Instalación	PORTABILIDAD
19	Remplazamiento	
20	Adaptabilidad	

Cuadro 2. Tabla de criterios e indicadores para la evaluación de aplicaciones móviles.

### Discusión de Experimentos

Una vez diseñado el instrumento para evaluar la calidad de la aplicación fiscal, se realizó de acuerdo con los procedimientos de la norma ISO 14958 en el apartado 5, establece el proceso de la evaluación de la calidad de programas tecnológicos, el instrumento se aplico a 300 contadores públicos que se encuentran actualmente dedicados a prestar servicios de asesoría consultoría a personas físicas, además de cumplir con los criterios (únicamente aquellos contribuyentes que hayan obtenido ingresos provenientes de la comercial e industrial) necesarios para la utilización y puesta en práctica el uso de la tecnología móvil para la determinación y cálculo de los pagos provisionales del Impuesto Sobre la renta e Impuesto al Valor agregado.

Al inicio del procedimiento de la evaluación se les solicito a los participantes evaluar la aplicación fiscal móvil, se explico que es una aplicación para instalar en el teléfono inteligente con sistema operativo Android, el propósito principal de obtener información sobre el importe de los impuestos a pagar por el contribuyente en los pagos provisionales mensuales del ejercicio 2015, cuya obligación con el fisco es entrar y pagar mes con mes el impuesto a cuenta del impuesto anual, además se especifico el tipo específico de tecnología donde se puede utilizar la

aplicación fiscal. Así mismo, se especifico que el desarrollo del modelo tecnológico, fue elaborado con base a la legislación fiscal mexicana. Posteriormente se proporciono el archivo por medio de bluetooth en su teléfono personal para utilizar la aplicación fiscal y pudiera iniciar el proceso de evaluación.

En la segunda fase se describieron los conceptos que integran la aplicación fiscal en cada uno de los impuestos que intervienen en la determinación, se explico los montos que deben ingresar para obtener los resultados requeridos por la autoridad hacendaria, todos los participantes están asociados con los conceptos que se manejaron y los botones contenidos para calcular el ISR, IVA.

En la tercera fase se aplicó el cuestionario de 20 ítems, piloteado a muestra de 30 participantes profesionistas prestadores de servicios activos en la base de datos del Servicio de Administración Tributaria, quienes señalaron que las preguntas no presentaban dificultades, por lo que se realizaron las pruebas y se procedió a la evaluación.

En la cuarta fase se llevo a cabo una sesión por grupos de 50 con una duración de 50 minutos aproximadamente donde se presento el software, se explico su funcionamiento, se realizaron casos prácticos reales de contribuyentes dedicados a la actividad empresarial; se les proporcionaron los datos de un contribuyente para utilizar la aplicación fiscal y de esta forma se capacitó a los sujetos para usar el software.

En el procesamiento de datos se utilizo el paquete estadístico Statical Package for te Social Sciencies (SPSS, Version 19.0), programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales como instrumento de análisis cuantitativo que facilita el manejo de los datos obtenidos en la investigación de campo, mediante la utilización del programa se realizo los siguiente: El análisis descriptivo, con el propósito de tener una visión general sobre los resultados obtenidos, se realizo un análisis a través de la aplicación de las medidas de tendencia central en las variables por genero, edad, marca de celular, actividad. Un Análisis inferencial, con el propósito de argumentar sobre las afirmaciones necesarias para el estudio se realizó la regresión lineal para predecir las variables que influyen con mayor fuerza en la calidad, la correlación de Pearson con el objetivo de encontrar el grado de correlación existente entre las variables de la calidad,

La muestra fue elegida de una población de 300 sujetos, donde el 100% (n = 300) aceptaron voluntariamente participar en el estudio. El 60% (n = 180) eran hombres y el 40% (n=120) mujeres quienes emplearon la aplicación fiscal en su celular como herramienta para el cálculo de los pagos provisionales mensuales (Cuadro 3).

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	120	40
Masculino	180	60
Total	300	100.0

Cuadro 3. Tabla de distribución de la muestra por género.

Por lo que respecta a la edad de los participantes, el 21.3 % (n = 64) tenían de 32 años, el 20.7% (n = 62) tenían 33 años, el 31.7 % (n = 95) tenían 34 años, el 11% (n = 33) tenían de 35 años, el 14.7 % (n = 44) tenían de 36 años, y el 0.7% (n = 2) cuentan con 37 años. (Cuadro 4).

Edad	Frecuencia	Porcentaje
32 años	64	21.3 %
33 años	62	20.7 %
34 años	95	31.7 %
35 años	33	11.0 %
36 años	44	14.7 %
37 años	2	0.7 %
Total	300	100.0 %

Cuadro 4. Tabla de distribución de la muestra por edad.

Del total de la muestra, los participantes usaron celulares distintos: el 48% (n = 144) usaron Nokia, el 17%(n = 51) LG, el 24% (n = 72) Motorola, y el 11% (n = 33) Sony Ericsson (Cuadro 5).

Marca de celular	Frecuencia	Porcentaje
Nokia	144	48 %
LG	51	17 %
Motorola	72	24 %
Sony Ericsson	33	11 %
Total	300	100 %

Cuadro5. Tabla de distribución por marca de celular.

Respecto al tipo la actividad empresarial de los participantes, el 34 % (n=102) eran de comercio, el 28.3 % (n=85) eran de servicios y el 37.7 % (n=113) eran de transformación (Cuadro 6).

Actividad	Frecuencia	Porcentaje
Comercio	102	34.0 %
Servicios	85	28.3 %
Transformación	113	37.7 %
Total	300	100.0 %

Cuadro 6. Tabla de distribución por arrendamiento.

Los criterios de evaluación descriptivos: Media ( $\bar{X}$ ) y Desviación Estándar (DE) de los factores predictores de la calidad, tenemos que el nivel de calidad global (puntuación total); en cada una de sus subescalas: Funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad, tiende a ser excelente. (Cuadro 7).

	Factores						Total
	Funcionalidad	Fiabilidad	Usabilidad	Eficiencia	Mantenibilidad	Portabilidad	
$\bar{X}$	1.20	1.50	1.60	1.50	1.60	1.04	1.34
DE	.41	.44	0.50	0.30	0.42	0.48	0.45

Cuadro 7. Tabla de factores predictores de la calidad.

Respecto de la relación entre las subescalas, así como de la calidad, podemos observar que existe una correlación muy fuerte entre los factores: usabilidad, funcionalidad, eficiencia y mantenibilidad (Cuadro 9).

Variables de calidad							
	Funcionalidad	Fiabilidad	Usabilidad	Eficiencia	Mantenibilidad	Portabilidad	Calidad
Funcionalidad	1.0						
Fiabilidad	.614**	1.0					
Usabilidad	.748**	.755**	1.0				
Eficiencia	.706**	.778**	.827**	1.0			
Mantenibilidad	.853**	.773**	.724**	.757**	1.0		
Portabilidad	.694**	.722**	.701**	.785**	.711**	1.0	
Calidad	.845**	.775**	.970**	.805**	.826**	.732**	1.0

\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$

Cuadro 9. Tabla de Correlación de Pearson.

### Discusión de los Experimentos

La muestra estuvo compuesta por un 40% de mujeres y 60% de hombres. Las edades oscilaron entre los 32 a los 37 años, tenemos en este estudio mayor participación de los hombre con el uso de la tecnología con respecto a las mujeres, en cuanto a la edad el 31.7% de la muestra presenta una edad joven entre los participantes que usan la tecnología móvil.

En el estudio muestra el predominó del uso de la marca Nokia con el 48% con una frecuencia de 144 sujetos, contra el 52% restante para las marcas: Motorola, LG y Sony Ericsson, con una frecuencia de 72, 51 y 3, respectivamente.

De acuerdo a su actividad se obtuvo mayor participación en actividades comerciales (34%) con respecto a las industriales (37.7%) y de servicios (28%), lo que significa que el predominante en la zona de Ecatepec existe mayor negocio de comercio con respecto a la transformación de materias primas y el trabajo independiente.

El instrumento de medición obtuvo un Coeficiente Alfa de Cronbach de  $\alpha=0.921$ , lo que refleja un nivel de confiabilidad excelente.

La percepción de los sujetos en general muestra un alto cumplimiento respecto de la Fiabilidad ( $\bar{X} = 1.50$  y una desviación estándar de .44), Eficiencia ( $\bar{X} = 1.50$  con desviación estándar de .30) y funcionalidad ( $\bar{X} = 1.20$  con una desviación estándar de .41), en estas variables la menor desviación estándar corresponde a la fiabilidad. Las variables de portabilidad ( $\bar{X} = 1.04$  con desviación estándar de 0.48), usabilidad ( $\bar{X} = 1.60$  con desviación estándar de 0.50) y mantenibilidad de la herramienta ( $\bar{X} = 1.900$  con desviación estándar de 0.42), presentan una tendencia media de cumplimiento además de presentar una desviación estándar moderada, especialmente en el caso de la portabilidad de la herramienta tecnológica.

En la correlación de Pearson se encontraron veintiuna correlaciones significativas de un total de veintidós posibles. Las correlaciones más altas se dieron entre la funcionalidad y mantenibilidad ( $r = .853$ ). La calidad muestra correlaciones positivas significativas con la usabilidad ( $r = .970$ ), la funcionalidad ( $r = .845$ ), la mantenibilidad ( $r = .826$ ), la eficiencia ( $r = .805$ ), la portabilidad ( $r = .802$ ) y fiabilidad ( $r = .775$ ); no hubo variables con la que no presentaran una relación significativa con la calidad de la aplicación fiscal.

Los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) permitieron conocer el nivel en que cada variable independiente permite predecir el comportamiento de la dependiente. Los resultados sugieren que el comportamiento de las variables

funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, portabilidad y mantenibilidad predicen en al 94.0% el comportamiento de la variable calidad de la aplicación fiscal.

Las variables con muy alto nivel en la predicción del comportamiento de la variable calidad es la usabilidad ( $r^2=.940$ ), con un nivel alto de predicción son: la funcionalidad ( $r^2=.712$ ), mantenibilidad ( $r^2=.781$ ) y eficiencia ( $r^2=.747$ ), con un moderado nivel de predicción son: la portabilidad ( $r^2=.736$ ) y; la variable confiabilidad ( $r^2=.756$ ), estadísticamente todas muestras un nivel de predicción significativo de la variable dependiente.

### Conclusiones

La aplicación móvil fiscal es considerada de calidad por el usuario, debido a que cumple con los criterios exigibles por la norma ISO 9126 para mejorar el proceso a fin de dar cumplimiento a los pagos provisionales mensuales, muestra un excelente nivel de manejo en sus funciones para los cuales fue diseñado, muestra excelentes conjuntos de atributos por el uso sin que el usuario puede invertir mucho esfuerzo al utilizar el programa, presenta excelente nivel de eficiencia por el tiempo de respuesta inmediata y la utilización del tipo de recurso, muestra excelente nivel de mantenibilidad por el mínimo esfuerzo para realizar las modificación y muestra una buena portabilidad al ser transferido de un ambiente a otro; por cuanto hace a la confiabilidad, ésta tiende a ser positiva por la capacidad de ejecución; atributos que proporcionan los elementos suficientes para ser considerada como una herramienta fiscal con miras a la contribución política fiscal y económica del país.

El mundo globalizado exige cada vez más la aplicación de tecnologías sencillas para la realización de una gestión tributaria eficiente y evitar accesorios que compliquen el quehacer de las actividades empresariales, debido a este fenómeno hemos desarrollado aplicaciones móviles en beneficio de los actores tributarios para mejora de los procesos gubernamentales.

Al desarrollar tecnologías que justifique la calidad en los procesos fiscales en un régimen fiscal en particular el de actividad empresarial como el que versa este trabajo, se podrán desarrollar aplicaciones fiscales con los requerimientos particulares a los demás regímenes fiscales en las diferentes actividades que les permitan determinar y calcular con oportunidad el monto del pago de los impuesto a enterar ante las autoridades fscasles.

Los trabajos futuros sobre la misma línea de investigación es incorporar este tipo de tecnología para la trasferencia electrónica de datos a través del teléfono inteligente que permita obtener la información suficiente para verificar y comprobar la forma de determinación, calculo, y pago del impuesto por este medio electrónico, tan ocupado por los usuarios en México a fin de evitar desplazamiento, pérdida de tiempo y lo pueda realizar desde su negocio, oficina o de cualquier lugar donde se ubique dentro o fuera de la republica mexicana.

### Bibliografía

- Carrillo, Linares, 2009. Gobierno electrónico. [http://grupoalfaro.org/imaginar.org/docs/L\\_mgobierno\\_NED.pdf](http://grupoalfaro.org/imaginar.org/docs/L_mgobierno_NED.pdf)
- Carranza, J. (2002) VII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Lisboa, Portugal. <http://unpan1.un.org/intrdoc/groups/public/documents/CLAD/clad0043821.pdf>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2015). México: Edición BOB. Pág. 40,41.
- Flores, D., Valero, J., Chapa, J. y Bedoy, B. (2007) El sector informal en México: medición y cálculo para la recaudación potencial. Ciencia. Universidad Autónoma de Nuevo León, octubre-diciembre, VIII, 004, 490 – 494.
- Garza, S. (2005). Derecho financiero Mexicano. 26ª. Edición México: Porrúa.
- Gálvez, S. y Ortega, L. (2003). Java a tope J2ME (JAVA 2 MICRO EDITION). Málaga: Universidad de Málaga. Pág.1.
- Malo, S., Casas C. & González, M. (2006). El teléfono móvil: disponibilidad, usos y relaciones por parte de los adolescentes entre 12 y 16 años. Estudios sobre Educación, 2006, 10, 55-78
- Moreno, S.; González, C. & Echartea, C. Evaluación de la Calidad en Uso de Sitios Web Asistida por Software: SW – AQUA. Avances en Sistemas e Informática, vol. 5, núm. 1, mayo, 2008, pp. 147-154. Universidad Nacional de Colombia.
- Norma ISO/IEC (2011). <http://www.hagalepues.net/universidades/60547-descargar-norma-iso-iec-9126-ingenieria-de-software.html>

- Omaña, M. y Cadenas, J. (2010). Manufactura Esbelta: una contribución para el desarrollo de software con calidad. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 7 (3), 11-26.
- Prieto, M. (2005). Desarrollo de juegos con J2ME Java Micro Edition. México: Alfa Omega, 9
- Prontuario fiscal (2015) Ley del Impuesto Sobre la Renta. México: ECAFSA.
- Prontuario fiscal (2015) Ley del Impuesto Empresarial a Tasa Única. México: ECAFSA.
- Prontuario fiscal (2015) Ley del Impuesto al Valor Agregado México: ECAFSA.
- Quintanilla, J. y Rojas J., (1999). Derecho tributario mexicano. 4ª. Ed. México: Trillas.
- Rodríguez, M.; Verdugo, J.; Coloma, R.; Genero, M. & Piattini, M. (2010). Metodología para la evaluación de la calidad en los modelos UML. REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, Vol. 6, Núm. 1, abril-sin mes, 2010, pp. 16-35. Asociación de Técnicos de Informática. España.
- Santoveña, S. (2010). Cuestionario de evaluación de la calidad de los cursos virtuales de la UNED. RED. Revista de Educación a Distancia, núm. 25, 2010, pp. 1-22. Universidad de Murcia. Murcia, España.
- Secretaría de la Función Pública, (2011). Gobierno digital.<http://www.funcionpublica.gob.mx/index.php/unidades-administrativas/ssfp/mejor-gobierno/faq/gobierno-digital.html>
- Solarte, G.; Muñoz, L.; Arias, B.; Modelos de calidad para procesos de software. *Scientia Et Technica*, vol. XV, núm. 42, agosto, 2009, pp. 375-379. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.
- Zorrilla, J. (2006) La información como estrategia en un contexto global y competitivo: una revisión teórica. *Intangible capital*. Barcelona España, abril-junio, 2, 002, 258-276.

# IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE ENDURECIMIENTO (HARDENING), EN LA DETECCIÓN DE VULNERABILIDADES, FORTALECIENDO LA SEGURIDAD INFORMÁTICA

Juan Manuel Bernal Ontiveros M.C.<sup>1</sup>, Edgardo Cervantes Manzano M.A.<sup>2</sup>, Ing. Margarita Bailón Estrada<sup>3</sup>,  
Jesús José López Aguilar.

**Resumen**— La evolución de los sistemas informáticos ha venido a traer a través del tiempo un mejoramiento tecnológico, el cual ha sido acompañado de técnicas y software maliciosos que quieren encontrar algún beneficio tangible, este concepto, considerado delito informático (robo, fraude, infiltración etc.), o fuese cualquier acción maliciosa que deja la explotación de fallas en los sistemas, a lo cual personas no éticas han querido aprovechar estas desventajas, bien conocidas como vulnerabilidades en el ámbito de los sistemas computacionales. Hardening (endurecimiento) en seguridad informática es el proceso de asegurar un sistema mediante la reducción de vulnerabilidades en el mismo, esto se logra eliminando software, servicios, usuarios, etc. Innecesarios en el sistema así como cerrando puertos que tampoco estén en uso además de muchas otros métodos y técnicas. La intención del Hardening, es de que un Administrador de un sistema operativo pueda reforzar al máximo posible la seguridad del sistema. Esta es una práctica muy efectiva, inclusive utilizando la herramienta de seguridad grsecurity, la cual establece múltiples controles del sistema Linux a modo de parche del Kernel. Ésta técnica evita que el atacante tenga una infiltración muy fácil por lo que obstruye la acción del delito informático. Se considera el Hardening, como el conjunto de actividades llevadas a cabo por el administrador de un sistema operativo para fortalecer la seguridad de su equipo. El propósito, es el de entorpecer la labor del atacante para minimizar las consecuencias de un incidente de seguridad e incluso, evitar que éste se concrete en su totalidad. Se debe dejar bien claro que no es necesario lograr equipos que sean “invulnerables”, por lo que es importante recordar que, según el modelo de defensa en profundidad, el host es sólo un nivel de capa de éste, por lo tanto es un factor más a considerar, sin descuidar otros puntos a ser tomados en cuenta para tener una defensa global de un sistema.

**Palabras clave**— Sistema, Seguridad, Informática, Vulnerabilidad, Hacker.

## Introducción.

Con el pasar del tiempo, la vigencia de los temas referidos a seguridad informática comenzó a extenderse a otras áreas; tanto es así, que trascendió las fronteras de la informática propiamente dicha, elevando de alguna manera su horizonte de responsabilidad y constituyendo el nuevo concepto de seguridad informática. Este hecho se basa en que la información va mucho más allá del procesado por equipos informáticos y sistemas; es decir, también abarca lo que está escrito en un papel, y lo que decimos en él.

Si se consulta la norma ISO/IEC 27.001, esta nos dice que la seguridad de la información es aquella disciplina que tiene por objeto preservar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información; y que puede involucrar otras propiedades, como la autenticidad, la responsabilidad (accountability), el no repudio y la trazabilidad. A partir de estas definiciones, se puede determinar que este concepto incluye al anterior como caso particular, por el hecho de

agregar otras áreas de dominio. Algunos temas no relacionados directamente con la informática, pero sí con la información son, por ejemplo, los que tienen que ver con análisis y gestión de riesgos, valuación de activos, gestión de incidentes, cumplimiento de leyes y regulaciones, políticas y procedimientos, planes de contingencia y continuidad de negocios, entre otros (Jara y Pacheco, 2012).

Con el aumento en el número y conocimientos de los atacantes (Hackers) combinado con el creciente número de sistemas vulnerables y otras vulnerabilidades desconocidas, irá marcando el tiempo, cuando las computadoras estén comprometidas por los atacantes y sus sistemas sean Hackeados o comprometidos de alguna manera. Una prioridad del cualquier administrador de sistemas es el de proteger los sistemas de los delincuentes informáticos, y no sólo de las vulnerabilidades genéricas que todo el mundo ya conoce, y que es absolutamente crítico.

<sup>1</sup> Juan Manuel Bernal Ontiveros MC es Docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua. [jbernal@itci.edu.mx](mailto:jbernal@itci.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Edgardo Cervantes Manzano MA. es Docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua [ecervantes@itci.edu.mx](mailto:ecervantes@itci.edu.mx)

3 Ing. Margarita Bailón Estrada es Docente en Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua.  
[mague\\_bailon@hotmail.com](mailto:mague_bailon@hotmail.com)

4 Jesús José López Aguilar es Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua.

Cuando se conoce los trucos de un Hacker o atacante, se puede visualizar cuán vulnerables son nuestros sistemas. Por tanto el escenario cambia cuando, en función de los requerimientos de un negocio, se define quiénes serán los usuarios que podrán acceder al servidor (control administrativo), cuándo la información alojada en él es clasificada en función de su criticidad para la organización (control administrativo), cuándo se implementa un mecanismo de autenticación y cifrado fuerte a la información de mayor sensibilidad (control técnico) y cuándo el servidor físico que contiene la información sensible está monitoreado 7 días a la semana las 24 horas del día (control físico). Estos son solo algunos ejemplos de la implementación de controles respetando el concepto de defensa en profundidad, ya que, en caso de que alguno sea vulnerado, el atacante tendrá por delante un conjunto de otros controles de mayor nivel de sofisticación.

### ***Descripción del problema.***

Cuando uno se refiere a un ataque a las aplicaciones, se debe de tomar en cuenta el volumen de masividad en cuanto al uso, esto quiere decir que un programa puede ser manejado por millones de personas para leer archivos de tipo .doc o .pdf será un mejor objetivo que aquel que es empleado por pocos usuarios, editando un tipo de archivo específico de un formato no muy conocido por los usuarios.

Por lo anterior las aplicaciones maliciosas amplían entonces el área de ataque de un sistema, por lo que se recomienda siempre evitar la instalación de aquellas que no se requieran, siguiendo el principio de seguridad que sugiere instalar lo mínimo (minimalismo), según Tori (2008).

La atención debe ser bien enfocada en la problemática en que se encuentran los sistemas informáticos, y es la de tener vulnerabilidades que no son fáciles de detectar; lo que este trabajo puede permitir es el de una mejor gestión de las vulnerabilidades del sistema permitiendo el ganar tiempo en la respuesta a las amenazas y reducir los costos que esto implica, en cuanto al enfrentamiento de los problemas de los incidentes ocasionados por los ataques usuarios y/o programas maliciosos.

Los ataques a las aplicaciones, también constituye un punto sensible, dado que por más seguro que sea un software, una mala configuración puede tornarlo tan maleable como una hoja de papel. Pensemos en un ejemplo muy elemental, como sería un antivirus: su configuración deficiente podría hacer que cumpliera su función de manera poco efectiva, provocando que una buena herramienta terminara por traducirse en una mala solución y, por ende, en una falla de seguridad. Aquí reside el peligro; ni siquiera las herramientas de protección y seguridad son fiables en sí mismas solo por su función. Esto podría producir algo muy grave, pero que suele darse con frecuencia tanto en el ambiente corporativo como en el personal, considerada una falsa sensación de seguridad.

Aunque se tome en cuenta cada vez más medidas de seguridad en las configuraciones de un sistema, por lo que un atacante, como primera instancia, intentará de aprovechar las configuraciones estándar que sean débiles, ya sean en aplicaciones, en equipos informáticos, en dispositivos de red, etcétera. Por ejemplo, en la administración de un sitio web se instala con un conjunto de accesos por default, y estos no son modificados, cualquier usuario malicioso que sea mal intencionado y que conozca dichas credenciales podrá acceder. No perdamos de vista que en Internet existe una gran cantidad de sitios que presentan contraseñas por defecto de aplicaciones y dispositivos, por ejemplo, <http://cirt.net/>, passwords. En este sitio podremos encontrar, clasificados por fabricante, una gran variedad de dispositivos con sus claves predefinidas.

### ***Antecedentes***

Las diferentes manifestaciones de software maliciosos, han venido a ser muy costosos debido al poder lucrativo de la información, manifestándolo por medio de extorsión, robo de identidad y fraude. En estadísticas mostradas por McAfee en 2013, solo el 35% de 500 empresas entrevistadas fueron capaces de identificar y controlar una filtración en los primeros minutos, esta estadística indica un nivel crítico en manejo de la seguridad y muestra una ineficacia por parte de las empresas para poder contener un ataque y poder salvaguardar la información, McAfee(2013).

Exclusivamente, en México el robo de información afecta al 26% de las compañías según la estadística mostrada en la página web por la consultora Kroll Advisory Solutions(2013). Tanto empresas privadas así como células gubernamentales en México sufrieron por ataques de piratas informáticos al carecer de seguridad dentro de su sistema y por subestimar la importancia de las normas de seguridad en sus sistemas. El principal problema es que algunas empresas ven la seguridad informática como un gasto innecesario en lugar de valorarla como una inversión que ayudará al estado financiero de la misma. Debido a lo anterior los costos fueron altos, tan solo en el año de

2013 hubo una pérdida millonaria en el país por fuga de información, por no asegurar adecuadamente los sistemas y dejarlos a la deriva sin un proceso de aseguramiento ni un buen plan de contingencia ante riesgos.

Las empresas cada vez se preocupan más por la fuga de información porque les afecta en demasía y más basándonos donde existen ataques más estructurados como los ataques dirigidos o más difíciles de sobrellevar como el Ransomware y el cryptolocker que puede llevar a pérdidas de costosas debido a la infiltración por robo o pérdida de información o en base en el tiempo que se lleva en reparar el daño, Centeno(2014).

En base a los ataques antes mencionados, las organizaciones dedicadas a las Tecnologías de la Información, han tomado el interés por el factor de la seguridad informática, apoyando aquellas empresas que no cuentan con un buen sistema de seguridad, desarrollando herramientas que aporten una mejora e implementen técnicas más complejas y estructuradas como el Hardening (endurecimiento), apoyando a mejorar la seguridad optimizando el rendimiento de los sistemas y de las operaciones de las organizaciones.

### ***Preguntas de Investigación***

Una vez planteado el problema, se estableció a presentar las siguientes preguntas de investigación las cuales fueron:

1. ¿De que forma puede ser mejorado el proceso de seguridad en los sistemas informáticos?
2. ¿Cómo se puede reducir los costos por pérdidas de la información?
3. ¿Cómo se puede apoyar a los sistemas informáticos fortaleciendo procedimiento de seguridad en el manejo de la información?
4. ¿De qué manera se puede reducir las vulnerabilidades en los sistemas informáticos?
5. ¿Qué herramientas y metodologías se deben usar para el mejoramiento de la seguridad informática?

### ***Hipótesis***

En este apartado se presentan las hipótesis que se originaron en este trabajo de investigación.

1. La implementación del proceso Hardening en los sistemas de información fortalece el mejoramiento de la seguridad de los datos.
2. La aplicación del proceso Hardening ayuda a reducir las vulnerabilidades por parte de los atacantes maliciosos, haciendo más eficiente los procesos de seguridad en los sistemas informáticos.
3. El uso del proceso Hardening evita que el atacante malicioso le sea fácil la infiltración a un sistema, haciéndole más difícil su intención de penetración.
4. La implementación del Hardening asegura que los recursos críticos tengan las actualizaciones (parches) y que sean capaces de defenderse contra vulnerabilidades.
5. El uso del Hardening facilita el despliegue de una configuración segura y fácil auditoría contra cambios inesperados.
6. El proceso Hardening mejora la seguridad de los sistemas informáticos contra amenazas internas y externas, reduciendo los riesgos contra el fraude y el error humano.

### ***Objetivos***

El Hardening es una herramienta indispensable que tiene como objetivo prevenir incidentes, creando un plan de aseguramiento y robustecimiento de la seguridad en los sistemas informáticos. Además, fortalece y mejora la seguridad reduciendo el impacto de los riesgos de los sistemas informáticos frente a amenazas internas y externas, las vulnerabilidades exclusivas del nivel de sistema operativo, los riesgos asociados con fraude y error humano, permitiendo una administración simple y rápida a la hora de identificar problemas, ya que las posibles causas quedarán descartadas en base en la aplicación de las medidas tomadas. Por lo que el proceso Hardening cuenta con un Sistema de Monitorización y Alertas para los equipos en los cuales haya sido implementado. También otro de los objetivos es el de tener un diagnóstico rápido y certero, y ante la caída de un servidor, la pérdida de conexión de un servicio y de un comportamiento irregular.

Además el proceso Hardening da prioridad e identifica cuales son las áreas de oportunidad que puede presentar el ambiente informático de seguridad, así como determinar una metodología de solución de bajo impacto para el sistema en revisión. Pruebas de Penetración (Tiger Teaming) / Análisis de Vulnerabilidades. La información como se sabe es lo más valioso que se tiene hoy en día y no es raro encontrar atacantes y grupos dedicados al robo de la misma, así que la mejor forma de protegerla es ver cuáles son las debilidades ante un atacante.

### ***Objetivos Específicos.***

- Apoyar la seguridad en la gestión y administración de la información en servidores Windows.
- Minimizar las amenazas informáticas al sistema.
- Reducir el impacto de las amenazas informáticas.

- Inhabilitar o suprimir los servicios, software y usuarios innecesarios.
- Optimizar el servidor con buenas prácticas y políticas de seguridad.

### Metodología

En esta sección encontramos la metodología que debe aplicarse para reunir las diversas pruebas y métricas de seguridad, utilizadas para prevenir ataques, evitando lo más posible las vulnerabilidades que se puedan explotar por los atacantes, que buscan dañar u obtener un beneficio que no es lícito para ellos, y que es una pérdida para aquellos que son propietarios de la información generada de forma legal, según lo explica Astudillo (2013).

### El Proceso Hardening.

Consiste en ajustar las características propias de un sistema de forma tal que se aumente su nivel de seguridad. Algunos de los ajustes que suelen incluirse son deshabilitar servicios y funciones que no se utilicen y reemplazar algunas aplicaciones por versiones más seguras (Figura 1), (Pacheco y Jara 2012).

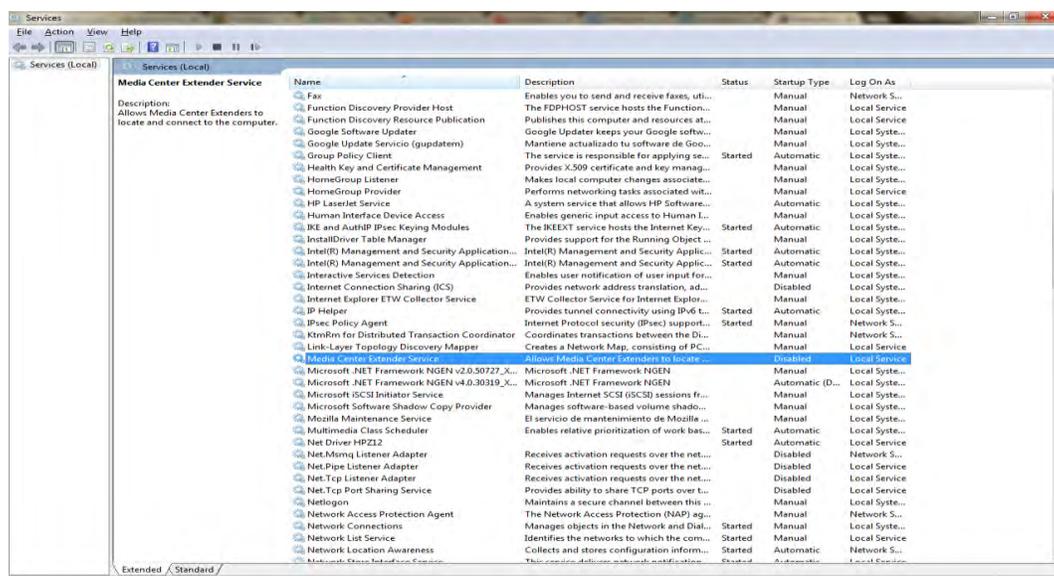


Figura 1. Es recomendable configurar los servicios de Windows al instalar el sistema operativo.

- **Instalación Inicial del sistema:** En el servidor 0 Km, realizar la instalación del sistema operativo a utilizar, hay que recordar que desde el inicio se deberá considerar el cambio de contraseñas y configuraciones de fábrica (Requerido por la norma), cualquier cambio debe documentarse en una bitácora.
- **Remover el software innecesario:** Al terminar con la instalación del sistema operativo, el primer paso es remover cualquier software que se haya instalado en el sistema (como parte de un paquete predeterminado) y que no sea requerido para la función única del mismo. Ej. En un Servidor de archivos no va a requerir un servicio Web o un controlador de dominio un programas de oficina (Word, Excel, Acrobat Reader), como norma general si no lo requiere, no debe existir.
- **Remover o deshabilitar los usuarios innecesarios:** Los sistemas operativos por lo general configuran usuarios de distintos tipos, si estos no son requeridos eliminarlos, si no puede eliminarlos inactivos (ej. usuario “invitado”) y como adicional, sería recomendable renombrar usuarios como el Administrador. Recordar siempre cambiar las contraseñas establecidas en la configuración predeterminada.
- **Remover o deshabilitar los servicios innecesarios:** De la misma forma, remover todo servicio innecesario del sistema si este no es explícitamente requerido por la función del servidor. Si no es posible removerlos, deshabilitarlos, pero hay que recordar que siempre permanece latente el riesgo de que sean activados por error o como parte de un ataque.

- **Aplicar todos los parches innecesarios al sistema operativo:** Realizados los pasos anteriores, es momento de aplicar todos los parches de seguridad y del sistema que ha publicado el fabricante. Adicionalmente en este momento es cuando se pueden aplicar los procesos de endurecimiento (Hardening) recomendados por los fabricantes del sistema, los mismos que contemplaran varias tareas adicionales a las ya mencionadas.
- **Instalar aplicaciones requeridas:** Una vez que el sistema base ya está instalado y endurecido (Hardening), es el momento de instalar los aplicativos y funciones de terceros en el sistema. En este caso se deben considerar los pasos anteriores como un subproceso de endurecimiento (Hardening), removiendo todas las funcionalidades no requeridas por la aplicación, cambiando las configuraciones y contraseñas de fábrica y aplicando recomendaciones de endurecimiento del fabricante (Ej. Instalación de Oracle).
- **Aplicar los parches a las aplicaciones:** Realizados estos pasos se deberá aplicar todos los parches de seguridad y de aplicación recomendados por el fabricante.
- **Ejecutar la aplicación de detección de vulnerabilidades:** Este punto es muy importante ya que aún que se haya realizado a conciencia todos los pasos anteriores, una buena herramienta de identificación de vulnerabilidades nos ayudará a identificar problemas aun ocultos, los cuales deberán ser corregidos de forma apropiada y en los casos en los que no exista alguna solución, se deberá contemplar, la implementación de controles compensatorios. Este paso requerirá de documentación adicional y de la calendarización del proceso de descubrimiento de vulnerabilidades en forma trimestral.
- **Certificar el sistema para PCI-DSS:** En este punto, se deberán revisar las consideraciones referentes a los requerimientos de la norma, es apropiado que la organización establezca una lista de revisión que contemple cada uno de los requerimientos de la norma que afectan a los sistemas en producción.

Ejemplos.

Contraseñas de no menos de 7 caracteres, funciones adicionales eliminadas, configuración correcta del sistema de bitácoras, monitorización de usuarios administradores, instalación de antivirus, etc.

### Resultados

La solución más efectiva a estos problemas, sin dudas, es el *Hardening*. Este proceso consiste en utilizar las propias características de dispositivos, plataformas y aplicaciones para aumentar sus niveles de seguridad. Cerrar puertos que no son imprescindibles, deshabilitar protocolos y funciones que no se utilicen, cambiar parámetros por defecto y eliminar usuarios que no sean necesarios, son solo algunos ejemplos sencillos de un proceso de *Hardening*.

En el ámbito corporativo, como resultado de este proceso y luego de un análisis exhaustivo de sus propios sistemas, surge una serie de configuraciones mínimas indispensables para obtener el mejor nivel de seguridad sin perder de vista los requerimientos de negocio de la organización. Este conjunto de configuraciones se documenta y recibe el nombre de *baseline*, ya que describe cuáles son las necesarias para que los equipos y las aplicaciones implementen las recomendaciones propuestas por las buenas prácticas de seguridad, y a su vez estén alineadas con los objetivos de negocio.

En función de lo comentado previamente, se puede notar que deben existir diversos *baselines*, uno por cada aplicación o sistema. De esta forma, por ejemplo, se tiene un *baseline* para sistemas Microsoft Windows 2008, otro para Ubuntu Server, otro para routers Cisco, etc.

Pero a su vez, también se podría tener un *baseline* para MS SQL 2005, que deberá contemplar todos los puntos del *baseline* de Windows Server 2008; uno para servidores de correo *sendmail*, que deberá contemplar los puntos de *baseline* de Ubuntu Server, y otros más. La implementación de los *baselines* permiten garantizar que todos los sistemas estén estandarizados en sus configuraciones y que posean el mejor nivel de seguridad en función de los requerimientos del negocio.

### Conclusiones

La implementación del proceso de *Hardening*, puede ser laborioso en la manera de aplicarse, pero es un método de seguridad que es optimizado usando herramientas potentes, y que abarquen una gran variedad de sistemas operativos, bases de datos etcétera, y de esta manera sea un proceso más rápido y eficiente. Además se sugiere el uso de herramientas de monitoreo como process explorer o wireshark como un proceso de atención al sistema después del *Hardening*. También se recomienda que se contemplen herramientas que sean poderosas en la auditoría y monitoreo de los sistemas, por lo que ayuda a visualizar los cambios dentro de los mismos y muestra las vulnerabilidades que se presentan en el sistema.

También se puede aprender *Hardening*(asegurando cada sistema) llevando a cabo chequeos de seguridad desde diferentes herramientas y plataformas, con lo que cada herramienta tiene su versatilidad y cuenta con diferente disponibilidad de utilidades, fortaleciendo las que fuesen vulnerabilidades contra las infiltraciones de los atacantes. Es útil para clonar objetivos (aplicaciones, escenarios u hosts) que pueden a chequear, para montar honeypots(trampas contra ataques) temporales, reproduciendo la explotación de determinadas vulnerabilidades por analizar.

### Recomendaciones

Las recomendaciones que se debe tener en cuenta, si se quiere tener una buena seguridad son:

- Para iniciar, no se puede chequear una aplicación que no esté instalada. Aunque esto se escuche en forma de broma, lo que se quiere decir, es que antes de poner un equipo en producción se debe realizar un “*Hardening*” del sistema operativo y de las aplicaciones de servicios que brindará el mismo.
- Realizar el proceso *Hardening* significa “minimizar”. Por esto, un servidor que va a cumplir una función específica no debe tener habilitados servicios innecesarios ni debe tener instaladas aplicaciones que no sirven para el fin propuesto. Por ejemplo, si se trata de un equipo que sólo va ser servidor Web (HTTP/HTTPS), entonces ¿para qué tener habilitado el servicio IRC (chat)?.
- Es imprescindible además, la participación activa del interesado en la seguridad informática, en la realización de todas las pruebas, ejecuciones de comandos y uso de herramientas.
- Mantenerse al día en los conocimientos y formar una red de contactos debido a la constante evolución de la tecnología, y sobre todo en las infiltraciones de ataques de usuarios mal intencionados, por lo que no existe descanso, y más aún en el área de seguridad informática.
- Al implementar un plan de seguridad, se debe adaptara a las necesidades de una organización, por lo que se deben escoger los modelos de seguridad adecuados, dependiendo de los requerimientos, con el fin de minimizar todos los riesgos.
- Para que la seguridad de la información tenga un alto nivel eficiencia, el proceso *Hardening* debe ser iterativo y controlado en cada uno de las etapas, puesto que debe realizarse una verificación de cada una de estas, y llevar un registro de los eventos sucedidos en cada fase.
- Una adecuada configuración de los dispositivos, servicios y aplicaciones, permite solucionar los huecos de seguridad, que estos pueden presentar, disminuyendo la probabilidad de un posible ataque para aprovechar tal vulnerabilidad.

### Referencias

1. Astudillo Karina, “Hacking Ético 101”, CEH,CCNA Security, SCSA, 2013.
2. Centeno Ortiz Oscar Jesús, “Hardening A Windows Server 2008 R2”, Universidad Tecnológica de Querétaro, Mayo del 2014.
3. McAfee, “Informe de McAfee Labs sobre Amenazas”, McAfee An Intel Company, 4to Trimestre del 2013.
4. Jara Héctor y Pacheco Federico G., “Ethical Hacking 2.0, Implementación de un Sistema para la Gestión de la Seguridad”, 1era edición Fox Andina, 2012.
5. Kroll Advisory Solutions, “Kroll Advisory Solutions Releases 2013 Cyber Security Forecast”, <http://www.kroll.com/who-we-are/news/press-releases/kroll-releases-2013-cyber-security-forecast>, 2013.
6. Pacheco G. Federico, Jara Héctor, “Hackers al Descubierto: Entiende sus Vulnerabilidades, Evite que lo Sorprendan”, 1era Edición, Publicaciones Gradi, S.A., Buenos Aires Argentina, Septiembre 2009.
7. Pacheco G. Federico, Jara Héctor, “Ethical Hacking: Técnicas de los Hackers al Servicio de la Seguridad”, 1era Edición, Editorial Gradi, Buenos Aires Argentina, 2012.
8. Sánchez Saldívar Omar Jonathan Z., “Desarrollo de una Guía para Selección y Endurecimiento (Hardening) de Sistemas Operativos para un Centro de Datos”, IPN, Octubre 2009.
9. Tori Carlos S., “Hacking Ético”, 1era Edición, Editorial Mastroianni Impresiones, Buenos Aires Argentina, Mayo del 2008.

# SISTEMA DE BOMBEO AUTOSUSTENTABLE

Ing. Andrés Borjas Fierro<sup>1</sup>

## *Resumen*

**El sistema de bombeo autosustentable, es una alternativa para el aseguramiento de agua de calidad, con un mínimo de inversión para su instalación, funcionalidad y mantenimiento, dando una solución óptima en diversos sectores como la ganadería, la agricultura y el simple abastecimiento de agua dentro de los hogares e instituciones públicas.**

**La utilización de materiales básicos de plomería, combinados con algunos de los principios y leyes de la mecánica, la hidráulica y la física, dan como resultado el sistema de bombeo autosustentable, el cual por su facilidad de instalación y eficiencia traerá consigo grandes beneficios, eliminando las desventajas que poseen los sistemas de bombeo actuales, los cuales no solamente tienen altos costos, sino que además requieren mantenimientos continuos y dependen de hidrocarburos y/o electricidad para su funcionamiento, siendo esto el detonante para buscar alternativas que representen un rendimiento similar, trayendo consigo importantes beneficios en los ámbitos social, ambiental y económico.**

**Palabras clave—“Autosustentable”, “Eficiencia”, “Funcionalidad”.**

## **Introducción**

La creciente problemática que atañe a todas las regiones de nuestro planeta, ocasionada por el consumo de agua y por los altos costos en el suministro de la misma, son algunas de las razones principales que han orillado a los seres humanos a diseñar sistemas de bombeo que aseguren óptimos funcionamientos con un mínimo consumo de energías.

Actualmente los sistemas de bombeo convencionales que tienen un mayor rendimiento generan costos significativos en su implantación, instalación y funcionamiento, aunado a esto el fuerte impacto ambiental que generan por utilización de combustibles fósiles o energía eléctrica, atentando de una manera crítica el medio ambiente y la calidad del agua.

Algunos de las alternativas de sistemas de bombeo y extracción de agua que se utilizan hoy en día, suponen también la utilización de energías amigables con el medio ambiente, por ejemplo la utilización de papalotes, celdas solares, manuales, etc. Sin embargo resultan en muchas de las ocasiones no ser la opción correcta, debido a las características de la región en la que se pretenda implementar, además de tener costos de adquisición, instalación y mantenimiento excesivamente altos.

El sistema de bombeo autosustentable resulta ser una de las mejores alternativas, principalmente por la necesidad de minimizar costos debido a la problemática en las economías a nivel mundial, reduciendo el costo de adquisición, implementación y mantenimiento, además de asegurar la eliminación de cualquier tipo de daño ambiental al ser un sistema de bombeo ecológico y autosustentable.

---

<sup>1</sup> Ing. Andrés Borjas Fierro, es profesor en el Instituto Tecnológico Superior de Santa María de el Oro.

aborjas\_fierro@hotmail.com

Realizando un análisis beneficio- costo sobre diversos sistemas de bombeo, es posible determinar que en gran medida la producción agrícola y ganadera de la región no es rentable ya que representa un alto costo en diversos aspectos directamente relacionados con el suministro de energías para el abastecimiento del vital líquido utilizado en el mantenimiento de dichas actividades económicas.

La alternativa que se presenta pretende la integración de dos sistemas de bombeo mecánico- hidráulico, particularmente la fusión de una bomba que funciona por medio del principio de golpe de ariete, con una bomba básica de pistón, obteniendo como resultado un sistema de bombeo que no requiere ningún tipo de energía no renovable para su funcionamiento, siendo entonces un sistema completamente auto sustentable, económico, robusto y altamente eficiente.

### **Descripción del Método**

#### **Objetivos**

General.

Diseñar un sistema de bombeo autosustentable, que elimine el consumo de energías no renovables, a partir de la implementación de dispositivos de funcionamiento mecánico- hidráulico, permitiendo un rendimiento óptimo equiparable al de bombas convencionales.

Específicos.

- Minimizar costo en el diseño, producción y funcionamiento de los sistemas de bombeo actuales.
- Diseñar un sistema que elimine el uso de energías no renovables.
- Eliminar el impacto ambiental generado por los sistemas de bombeo actuales.
- Implementar un sistema de bombeo accesible y funcional para las diversas actividades económicas de la región.

#### **Metodología**

El presente proyecto de innovación tecnológica que presenta, supone la aplicación de una metodología del tipo experimental, ya que se pretende la realización de los prototipos necesarios para el desarrollo del sistema de bombeo que representa una mayor efectividad, teniendo que realizar diversas pruebas con diferentes materiales y diseños para la comprobación de cada una de las variables que intervienen en la realización y los objetivos de dicho proyecto, por ejemplo costos impacto ambiental y eficiencia.

La realización de este proyecto tiene la finalidad principal de encontrar el diseño correcto que integre las características óptimas y que además pueda ser fácilmente integrado a diversas situaciones laborales, por ejemplo el riego de parcelas, la alimentación de ganado, el abastecimiento de agua potable en los hogares y en cualquier lugar que requiera el servicio.

Identificación del problema:

El primer aspecto que se consideró para el desarrollo de este proyecto fue el análisis de las diversas problemáticas que atañen a la región, resultando como una de las prioridades el problema de los altos costos, consumo de energías y contaminación generadas por los sistemas de bombeo actuales, así como las características de la región las cuales nos indican que la cantidad de agua de lluvia anual no es suficiente para cubrir dichas necesidades, sin embargo es necesaria la búsqueda y extracción de los manto acuíferos utilizando para esto un sistema de bombeo.

#### Análisis documental.

Una vez identificada la problemática se procedió a la búsqueda de la información referente a la temática que permitiera conocer los aspectos más importantes del problema, así como los diseños posibles de los diversos mecanismos que pudieran ser los adecuados para asegurar la funcionalidad del proyecto.

#### Diseño y Elaboración de prototipo.

Contando con la información pertinente, es necesario el diseño y la fabricación de los prototipos que permitirán conocer y maximizar la eficiencia del sistema de bombeo autosustentable, sincronizando el método de bombeo por golpe de ariete con el sistema de bombeo básico de pistón.

#### Pruebas e Implementación.

Para asegurar el funcionamiento del sistema de bombeo diseñado, se realizan pruebas bajo distintas condiciones de trabajo, dando a conocer el nivel de efectividad en cada una de las pruebas y la resistencia de los diversos componentes que integran el sistema.

#### MATERIALES.

##### **Bomba de golpe de ariete.**

- Codo pvc 1”
- Cinta teflón
- T de pvc 1”
- Niple pvc
- Válvula check de fondo
- Válvula check
- Válvula check de paso
- 2 Válvula de paso
- Abrazaderas
- Reductor tipo campana
- Tubo pvc de 1”

##### **Bomba de básica de pistón.**

- Manivela
- Estructura de madera de media pulgada.
- Polea.
- Rueda extractora.
- Banda/cadena.
- Tubo de PVC.
- Pistón/válvula de goma.
- Contenedor de agua.
- Lazo de plástico.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

El creciente interés de la sociedad de buscar constantemente métodos que permitan la máxima utilización de los recursos con los que se cuentan para la satisfacción de sus necesidades básicas de alimentación, aseo personal y en si la supervivencia, es la principal razón que genero la elaboración de este proyecto, pensando siempre no solo en los beneficios sociales que pudiera ofrecer, sino a demás en la economía, el cuidado del medio ambiente y la calidad del agua.

Por tal motivo se procedió a diseñar un sistema que minimizara o eliminara el uso de cualquier tipo de energía no renovable, como los hidrocarburos, y la energía eléctrica, y que además fuera económico, accesible y altamente eficiente.

Después de la realización de los diversos experimentos y pruebas se tomó la decisión de que el sistema de bombeo autosustentable será la opción correcta para el suministro de agua, ya que ofrece características de funcionalidad equiparables con los sistemas de bombeo convencionales, pero quedando muy por debajo de estos en lo referente a los diversos costos de obtención, implementación y mantenimiento, ya que los diseños propuestos no requieren de un conocimiento altamente especializado y solo es necesario contar con los materiales adecuados para integrar el sistema que ofrecerá la solución óptima al problema de suministro de agua.

### *Conclusiones*

Del presente proyecto de innovación tecnológica podemos concluir que la implementación del sistema de bombeo autosustentable, traerá grandes beneficios económicos y ecológicos en la aplicación de las diversas actividades económicas de la región y mejor aún que los beneficios pueden ser fácilmente duplicados en cualquier región, propiciando con esto una creciente cultura de cuidado ambiental y como resultado también la contribución en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

El sistema de bombeo autosustentable es entonces la opción ideal para lograr un suministro de agua eficiente y de calidad para todos los niveles de la sociedad, gestando un mejor nivel de vida y la posibilidad de aprovechar los recursos económicos ahorrados en otros aspectos o necesidades de las familias.

### *Recomendaciones*

Basado en la presión del funcionamiento interno alta de la bomba de ariete hidráulico, se recomienda a la hora de la construcción utilizar tuberías y piezas de hierro galvanizado con juntas muy bien selladas. Cabe resaltar que esto no implica el no utilizar materiales plásticos como lo es el polipropileno de rosca o de termo fusión, fundiciones de acero o aluminio, plástico reciclado, con precauciones previas de acuerdo al caudal que se maneje en la bomba de ariete.

De acuerdo a los materiales disponibles uno de los mejores para la construcción de las válvulas del ariete hidráulico es el caucho de cámaras de ruedas de camión o tractor por sus propiedades.

Otra de las recomendaciones del presente proyecto, se refiere a que no es tan necesario montar la bomba autosustentable en una base de concreto y se podría utilizar como una bomba portátil para reparaciones, mantenimiento etc.

### Referencias

- FRAG. 1999. *Guía Técnica Equipos de Bombeo Manual 2: La Bomba de Mecate*.
- Programa de Fortalecimiento en Riego Agrícola –FRAG-, Nicaragua.
- Imhof, V. 2003. *Invento nica utilizado en varios continentes: Premio internacional a bombas de mecate*. Artículo del Periódico EL NUEVO DIARIO, Managua.  
[http://techawards.thetech.org/news\\_press/2003.03.21.elnuevodiario.pdf](http://techawards.thetech.org/news_press/2003.03.21.elnuevodiario.pdf)
- Dixon, John. “Diseño en Ingeniería: Inventiva, Análisis y toma de decisiones”. Primera edición. Centro regional de ayuda técnica. Mexico.1970.
- Manual de ingeniería de suelos. “Medición del agua de riego”. Primera edición. Diana. 1979.
- Massey. “Mecánica de fluidos”. Primera edición. México. Editora Continental. S.A 1979.
- Slag, A. “Hidráulica”. México. Limusa. 1966.

# ANÁLISIS, DISEÑO Y EVALUACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN: CASO DE ESTUDIO DE UNA EMPRESA DE SERVICIO

Buitrón Díaz Oscar O.<sup>1</sup>, Ortiz Arellano Cristian<sup>2</sup>, Ramos Martínez Cristian<sup>3</sup>,  
M.A. Armando I. Ramírez Castañeda<sup>4</sup>, M.E. Katia J. Arellano Camarillo<sup>5</sup> y M.I.I. A. González Torres<sup>6</sup>

**Resumen.-** La presente investigación se basa en una empresa, esta compañía como empresa prestadora de servicios, sabe que además de ofrecer diferentes alternativas en sus portafolios de productos y servicios para cada segmento del mercado, cobra mucha relevancia la manera como hacen entrega de ellos a los clientes. El diseño de las instalaciones, la calidad del personal que está en contacto con los clientes y la confortabilidad de estos, son algunos de dichos aspectos. El último de ellos se ve en gran medida reflejado en el tiempo transcurrido entre el momento de la solicitud del servicio por parte del cliente y aquel en que realmente se lleva a cabo de manera efectiva. El trabajo que aquí se presenta, muestra la aplicación de una herramienta de la Investigación de Operaciones (IO) como la teoría de colas, la cual busca modelar los procesos de líneas de espera, aplicado en una empresa de servicios que posee problemas para la atención de sus clientes en la agencia principal, especialmente en la variable tiempo de atención al cliente.

**Palabras clave:** Investigación de operaciones (IO), Teoría de colas, Atención al cliente

## Introducción

La Teoría de Colas es el estudio matemático del comportamiento de líneas de espera. Esta se presenta, cuando los "clientes" llegan a un "lugar" demandando un servicio a un "servidor", el cual tiene una cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma la línea de espera.

La cola, es una línea de espera y la teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares o sistemas de colas. Los modelos sirven para encontrar un buen compromiso entre costes del sistema y los tiempos promedio de la línea de espera para un sistema dado.

Un sistema de colas son modelos de sistemas que proporcionan servicio. Como modelo, pueden representar cualquier sistema en donde los trabajos o clientes llegan buscando un servicio de algún tipo y salen después de que dicho servicio haya sido atendido. Se puede modelar los sistemas de este tipo tanto como colas sencillas o como un sistema de colas interconectadas formando una red de colas.

Los objetivos de la teoría de colas son:

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el costo global del mismo.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en el costo total del mismo.
- Establecer un balance equilibrado ("óptimo") entre las consideraciones cuantitativas de costes y las cualitativas de servicio.

## Historia del Software ProModel®

ProModel Corporation fue fundado por el Dr. Charles Harrell in 1988, in Orem, UT con el propósito de proveer un software de simulación sencillo de usar, poderoso y accesible, para instalarse en cualquier computadora. La visión fue crear un conjunto de herramientas que no necesitaran un programador para poder usarse. Esto incrementó el potencial de la base de usuarios para todos los usuarios de simulación industrial tal como el Industrial, el Manufacturero, Ingeniería de Gestión, así como Instituciones Académicas.

---

<sup>1,2,3,4,5</sup> Universidad de la República Mexicana  
México Distrito Federal

A principios de los años 90's, cuando Microsoft lanzó Windows versión 3.0, ProModel fue la primera compañía de simulación que desarrolló una verdadera versión para Windows. A mitad de lo 90's compañías en del ramo de la Salud y otros tipos de servicios solicitaron características específicas lo que permitió desarrollar ProModel para Winows, MedModel y ServiceModel.

Promodel continuó desarrollándose en la medida que lo clientes necesitaban otras herramientas como animación 3D y reportes, mejoras en su arquitectura (C# y Net platforms) y la capacidad para poder ejecutarse en Windows XP y Vista. A principio de la década del 2000, ProModel desarrolló el Portafolio Simulator que es un plug in en Microsoft Visio y Proces Simulator que es un plug in de Microsoft Project, las cuales son herramientas que no requieren de un modelador experto, han expandido el uso de la simulación dentro de BPM, BPR, Portafolio & Project Management and Lean/Six Sigma space. Adicionalmente, con el dearrollo de Microsoft Plug-In tolos, ProModel ha llegado a ser un Certified Microoft Partner. A mediados y finales de la década del 2000 ProModel incursionó en nuevos mercados como la Inteligencia de Negocios (BI).

Hoy en día, ProModel tiene presencia a nivel mundial. En Estados Unidos hay alrededor de 150 personas con oficinas establecidas en Allentown, PA; Orem UT and Ann Arbor, MI, asimismo cuenta con la representación de 25 compañías altamente capacitadas alrededor del mundo.

### ¿Qué es Promodel®?

Es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc. Promodel es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque sí lo permite. Corre en equipos 486 en adelante y utiliza la plataforma Windows®.

Puedes simular Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc. Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado. También se Optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo y a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error.

### Objetivos Generales

Analizar, diseñar y evaluar un proceso de servicio mediante la simulacion

### Objetivos Específicos

- Describir el proceso.
- Analizar el proceso.
- Simular el proceso.
- Identificar las partes del proceso que pueden optimizarse.

### Justificación

El tema principal que se plantea es un tema relevante, de gran importancia en la actualidad y muy útil, ya que permite conocer y analizar de una manera simulada lo que es un modelo y la manera en cómo éste se aplica en las organizaciones en el ámbito de la realidad.

El simulador evita el tener que llevar a cabo un proceso para poder obtener las determinantes, ya que esta simulación de acuerdo a su programación proporciona resultados que son la base del análisis que se llevará a cabo.

Lo que se desarrollará durante el proyecto es, principalmente, la definición y los conceptos más importantes que se manejan de estructuración de datos y de simulación del proceso, una vez obtenidos los conocimientos necesarios será momento de proceder a la parte de la implementación de un simulador y de esa manera se conocerá el procedimiento que se necesita para llevar a cabo mejoras del proceso.

Más allá de contar con un problema, se pretende desarrollar el planteamiento de una nueva idea dentro de las organizaciones, esto con la idea de que dentro de ella puedan llevar a cabo la simulación de sus actividades antes de ser implementadas, lo cual ahorra tiempo, recursos y logra que se realicen procesos de mayor calidad.

### Metodología

A continuación se muestra en la tabla 1 la matriz de roles, la cual explica la conformación del equipo que desarrollo la presente investigación y las actividades que se realizaron para la conformación del proyecto, ver tabla 1.

**Tabla. 1. Cronograma del Proyecto**

ACTIVIDAD	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Conceptualización del objetivo de estudio	■	■														
Cálculo de muestreo de trabajo			■	■												
Toma de tiempos					■	■	■	■								
Formular el Modelo de Estudio									■							
Simular el Modelo de Estudio										■	■	■				
Comparar los resultados de la Simulación.											■	■	■	■		
Análisis de resultados													■	■	■	
Escritura del Proyecto																■

Paso 1. Como primer paso se realizó junta con el equipo integrados por 3 Alumnos de la materia de Procesos Industriales; de ahí se precedió a delegar responsabilidades a cada uno de los integrantes.

Paso2. Se realizó el paso de recolección de datos, en este paso un integrante del equipo realizó observaciones de investigación de campo; también realizó toma de tiempos del proceso industrial.

En este paso se realizaron primero 10 muestra de toma de tiempo, después se utilizó la formula estadística con un intervalo de confianza de 95% y un margen de error de 0.05% para conocer el número de muestras que se debían realizar para completar con éxito el estudio de tiempos del proceso de estudio.

$$n = (z_{\alpha/2}^2)(p * q) / (B^2) = \text{número de observaciones}$$

Dónde:

1. n = número de observaciones
2. z = porcentaje de confiabilidad, (se usó 95%)
3. p = Probabilidad de éxito (se usó 0.5)
4. q = Probabilidad de fracaso (se usó 0.5)
5. B = porcentaje de error (se usó 0.05).

Se explica a continuación la formula con los datos que se utilizaron para desarrollar el muestreo de trabajo.

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5 * 0.5)}{(0.05)^2} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384.16 \text{ observaciones}$$

Como se puede observar en la formula anterior, el número de observaciones que se realizaron para la presente investigación fueron 384.16 observaciones, lo cual sirvió para realizar la toma de tiempos del presente estudio.

Paso 3. Una vez realizado el segundo paso, se procedió a construir el modelo. Para construir el modelo de simulación se ingresó la información en los menús del software Promodel. Los elementos de simulación empleados fueron: locations, entities, path networks, resources, processing, arrivals, user distributions y background graphics. En las figuras 1 se muestra el modelo de simulación realizado en Promodel.

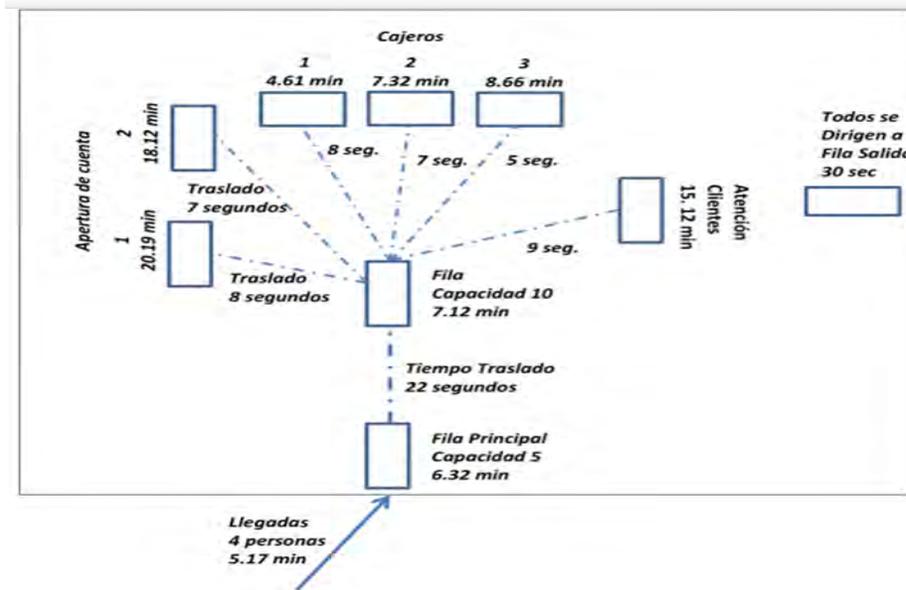


Figura 1. Construcción del proceso

Paso 4. En este paso se realizaron corridas piloto para determinar si el modelo funcionaba adecuadamente y si representaba al sistema actual. Se corrió el programa de simulación 10 veces, las cuales fueron consideradas como un número piloto de corridas para después utilizarlas en la validación del modelo de simulación.

Paso 5. En este paso se corrió el programa. El modelo del sistema actual se corrió 45 veces. Posteriormente se le hizo las modificaciones respectivas para simular la mejor alternativa, y se verificaron los resultados.

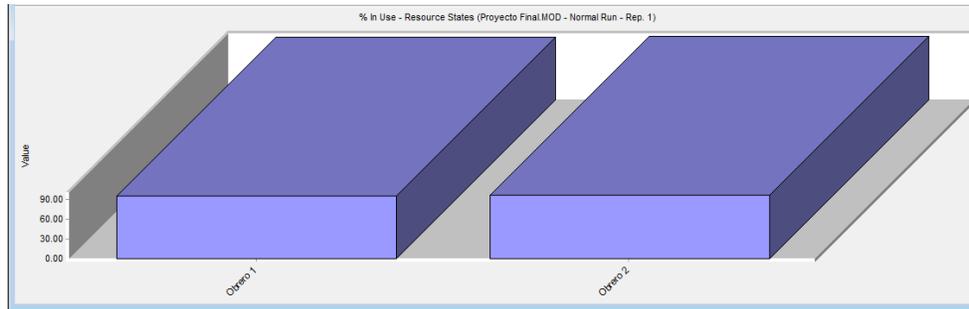
### Análisis e Interpretación de resultados

Una vez realizado la simulación, se corroboraron los resultados que el software Promodel da, y se analizaron e interpretaron. A continuación se muestran los resultados:

Name	Value
Run Date/Time	28/07/2013 11:25:18 p.m.
Model Title	proyecto_lizeth
Model Path/File	C:\Users\Ainara\Desktop\proyecto lizeth bueno.MOD
Warmup Time (HR)	0
Simulation Time (HR)	8

### Figura 2. Resultados del Software Promodel®

Los resultados que da el software Promodel® ayudaron al equipo a saber cómo se comportaba el proceso, lo más relevante fue que demostró cuantos clientes se atendían en una jornada de 24 horas, también demostró cuantas entregas y/o cuantos clientes no se lograban atender en la misma jornada de trabajo. A continuación se muestran los resultados del proceso estudiado, ver figura 3.



### Resultados de Entregas Fallidas del Software Promodel®

Para terminar con el análisis se pudo obtener la productividad del proceso de calzado; la cual fue de 60.21%, lo cual habla de un proceso con muchas áreas de oportunidad. Lo cual el equipo está trabajando en ellas para mostrarlas al jefe de la empresa.

### Conclusión

Al realizar los análisis y evaluar el proceso fue posible determinar el nivel de productividad del proceso y conocer las áreas de mejora. El proporcionar a la empresa un método con el cual se establece un mejor recorrido para realizar la entrega del producto a los diferentes clientes, promueve, además de una reducción en las distancias, tiempos y costos, un paso decisivo en la búsqueda de la mejora continua e incremento de la productividad de la distribuidora, asegurando con ello una posición competitiva dentro del mercado.

Los resultados de este estudio demuestran los beneficios obtenidos al aplicar herramientas que ayudan a la mejora de procesos, mediante la aplicación de la simulación.

Con este proyecto se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos durante cursos anteriores como lo son bases de datos, taller de investigación y se aplicaron los adquiridos recientemente como programación web y tecnologías inalámbricas. Este proyecto servirá para generaciones futuras y será de gran utilidad para el instituto.

### Bibliografía

1. Coss Bu, Raúl (1990). Simulación. Un enfoque práctico, Editorial Limusa, México.
2. Law, Averill M. y David W. Kelton (2000). Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill International Editions, U.S.A.
3. Parra Iglesias (1999). Enrique, Optimización del Transporte, Editorial Díaz de Santos, México
4. Promodel Corporation (1999). Promodel User's Guide, Promodel Corporation, U.S.A, 1999.
5. <http://members.tripod.com/~operativa/invop/Invop.html>, consultada el 12 de mayo del 2007.

### Autorización y renuncia. (Arial 10)

*Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tuxtepec (ITTux) para publicar el escrito en el libro electrónico del 1er Foro Multidisciplinario de investigación, en su edición 2013. El ITTux o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.*

# Grupo cooperativo: Una alternativa para generar ambientes de aprendizaje en el ITSZaS

Mtro. Rafael Campa García<sup>1</sup>

**Resumen**—La educación superior es un reto cuando se trata en educar en competencias, dada la formación profesional del docente la cual se orienta a la aplicación del conocimiento, volviéndose ésta actividad un compromiso individual que supone sacrificio y empatía hacia los educandos. En este artículo se presentan los resultados obtenidos al analizar la práctica docente en la asignatura de estructura de datos, en el programa académico de ingeniería en sistemas computacionales, trata de como los conocimientos previos en programación de computadoras, es importante para ser un buen programador; la investigación inicia con la caracterización de la práctica, se detecta la problemática docente a atender durante la investigación, luego se plantean estrategias para minimizar la problemática a través de un proyecto de intervención educativa, y al final se hace una evaluación para verificar si la práctica docente se ha innovado; en el documento se abordan diferentes teorías para explicar las acciones del docente, se presentan los instrumentos aplicados, su análisis y utilización, terminando con los aportes que se lograron, el impacto que generó y las conclusiones que hacen referencia a la importante labor que como docentes de nivel superior tenemos hacia la sociedad.

**Palabras clave**— Educación, enseñanza, constructivismo, instrumentos

## Introducción

Cada institución educativa posee un clima especial que lo caracteriza de manera singular entre las demás escuelas de su mismo nivel educativo, hablese de la organización interna, de la relaciones existentes entre ellas, de la vinculación que hay con el sector productivo, de la tecnología con la que cuenta, entre otros; y ese clima del que se habla también tiene injerencia en la formación de los alumnos, ya que como tecnológico estamos obligados a fortalecer la técnica, que afortunadamente nos han preparado para aplicarla, considerando que cada maestro tiene su propia forma de trabajo dentro del aula, éste generará el ambiente de trabajo que crea pertinente para la construcción de los conocimientos; esta investigación busca dar a conocer la forma de cómo generar ese ambiente de aprendizaje, a través de la experiencia al aplicar un proyecto de intervención educativa; al principio se aborda como se construyó el objeto de estudio, iniciando con la caracterización y problematización de la práctica docente, destacando la importancia y pertinencia del desarrollo en competencias por parte del maestro, a partir del análisis de sus acciones, en el afán por detectar aquellas que limitan el proceso enseñanza aprendizaje. Se aborda una delimitación conceptual y contextual, decisivas en el análisis y ubicación del campo de investigación, se establecen múltiples relaciones experimentadas dentro del mismo, tomando de referencia los constitutivos, mediante el estudio de las dimensiones personal, institucional, interpersonal, social, didáctica y de valores. En este mismo sentido se incluye el horizonte metodológico a emplear para la recolección, análisis e interpretación de los datos, se llega a hacer una red de los problemas prioritarios, se obtienen algunas situaciones problemáticas para obtener el problema de investigación, en seguida se justifica un proyecto de intervención, desde el marco legal y supuestos teóricos que le dan soporte, se determinan las nuevas formas de actuación del docente y los alumnos en el proceso enseñanza - aprendizaje. Posteriormente se dan a conocer los propósitos, general, particular, estratégicos específicos y las líneas de acción, todos encaminados a generar ese ambiente de aprendizaje dentro del aula. Se describe la estrategia a implementar, las técnicas que la acompañan, así como su justificación en el logro de propósitos, incluyéndose en el plan operativo conformado por distintas planeaciones que dan vida al proyecto de intervención; al final se evalúa el proyecto, donde se hace una sistematización y análisis de los resultados de la intervención, haciendo con ellos, una contrastación de la práctica inicial contra la práctica innovada, dando testimonio de los cambios que se dieron en la generación de ambientes de aprendizaje y confrontándola con el problema y los puntos de intervención fijados anteriormente. Antes de terminar el trabajo se realzan los aportes obtenidos durante la aplicación, así como el impacto y terminando con un apartado de pertinencia y conclusiones, en la cual se abordan los aspectos que ha transformado la actividad académica; que si bien no está concluida, da directrices para continuar investigando e interviniendo la propia práctica con más elementos y recursos para mejorar día a día.

## Descripción del Método

### *Caracterización y problematización de la práctica*

El concepto de educación ha tenido diferentes connotaciones, principalmente inclinadas hacia el fin que se persigue. Se refiere sobre todo a la influencia ejercida sobre una persona para formarla y desarrollarla con la

<sup>1</sup> Mtro. Rafael Campa García es Profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, Tlaltenango, Zacatecas. [rcampa1@hotmail.com](mailto:rcampa1@hotmail.com)

transmisión de ideas, cultura, valores y conocimientos, es un proceso de socialización, cuyo fin es incrementar la visión de su entorno. La educación “[...] aparece como una forma de acción social de un educador sobre un educando con la meta de posibilitar la formación en tanto autoformarse, en el sentido de un diálogo del individuo con el mundo interno.” (Kratochwill citado en Perales, 2006 p. 22). De ahí la importancia de la función del docente, el papel que juega dentro del aula y como sus acciones conlleva a lograr el fin. Por tal motivo es importante comentar que la investigación educativa presentada se realizó en el propio lugar de los hechos, fue sistemática, no controlada y se basa en la observación y análisis de registros simples y ampliados; siendo el propio investigador el objeto de estudio, cuyo fin es conocer la realidad para actuar en consecuencia, sin pretender establecer leyes generales.

El paradigma que sustenta la investigación es la realidad social, se apoya de la investigación cualitativa ya que ésta se realiza directamente en el campo de estudio, involucra la recolección y utilización de una gran variedad de materiales como entrevistas, experiencias personales, historias de vida, observaciones, textos históricos, imágenes y sonidos además se emplea la investigación-acción como una forma de búsqueda auto reflexiva para perfeccionar la lógica y la equidad de:

- a) Las propias prácticas sociales o educativas en las que se efectúan estas prácticas.
- b) Comprensión de estas prácticas.
- c) Las situaciones en las que se efectúan estas prácticas.

La etnografía como el método de investigación que ayuda a la descripción y reconstrucción analítica de carácter interpretativo de la cultura, formas de vida y estructura social del grupo. Ésta como un “recurso metodológico con “m” minúscula, esto es, como una forma de acercarse a la realidad educativa, pero dentro de marcos distintos al enfoque socio-cultural característico de la antropología” (García, 1997, p. 38). La observación, entendida ésta como “un procedimiento de recogida de datos que nos proporciona una representación de la realidad, de los fenómenos en estudio” (Rodríguez, 1996, p. 151). Como tal procedimiento tiene un carácter selectivo, está guiado por lo que percibimos de acuerdo con cierta cuestión que nos preocupa. La observación participante es uno de los procedimientos de observación más utilizados en la investigación y uno de los elementos más característicos.

Es importante comentar que el levantamiento de notas recordatorias sobre los diálogos y otras circunstancias acontecidas durante el proceso, son indispensable para la investigación, estas anotaciones hechas en hojas blancas de papel, con la finalidad de retomarlas posteriormente y rehacer los hechos de la práctica, denotados según (Mata, 1997, p. 32) como un autoregistro, que considera que es la forma más difícil de registrar datos, precisamente porque el que trata de registrar, a la vez dirige la actividad docente.

Con estas anotaciones se hace un registro ampliado, éste se construye en un plazo no mayor a 24 horas del levantamiento. Es aquí donde se utiliza una simbología específica para identificar los hechos; alguno símbolos utilizados son: “ ”: Registro verbal, textual de lo registrado, o de fragmentos de transcripción de grabación, ‘ ’: Registro verbal aproximado, registrado en notas de campo, / /: Conductas no verbales o información del contexto paralelo al discurso, ( ): Interpretación o inferencias sobre tono, actitudes, posibles significados, dentro del contexto de la observación, ....: verbal no registrada o que no se recuerda, **Mo**: Maestro, **Aa**: Alumna.

Los registros ampliados se analizan a detalle para identificar acciones educativas y no educativas de los involucrados en la tabla no. 1 se presentan algunas unidades de análisis que se obtuvieron durante el levantamiento de la caracterización inicial de la práctica, las cuales sirven de referencia para conocer el hacer docente.

Maestro	Alumno
1. Al llegar al salón, me pare a un costado de la puerta, con la finalidad que pasaran al aula de clase.	1. Me pregunta Paulina: ¿Para qué sirve la función FOPEN, no entiendo?
2. Escribí en el pizarrón las instrucciones que les estaba dictando, dado que no entendieron las indicaciones.	2. Ningún alumno cuestionó sobre la explicación que les di del tema, o estuvo claro o no se animaron a preguntar.
3. Integre equipos de 5 participantes cada uno para que desarrollaran la actividad.	3. Aa: Yo estudio toda la tarde y por más que quiero no le entiendo.

Tabla no 1. Unidades de análisis de registro de observación

Después de rescatar todas las unidades de análisis de los instrumentos en que se vale ésta investigación, se continúa con la clasificación de las unidades de análisis, para encontrar en ellas determinados componentes temáticos que permita clasificar en una u otra categoría de contenido tópico o palabra que englobe la intención de las acciones en ellas. Ya que esta debe soportar una situación de contexto, actividad y acontecimiento; relaciones entre personas,

comportamientos, opiniones, perspectivas sobre un problema, métodos y estrategias o bien procesos. En la tabla no 2 se presenta la categorización de un registro.

Categoría	Subcategorías
Indiferencia por aprender contenido	Actividad considerada no importante, apatía por participar en el contenido
Participa condicionado	Dependientes de las actividades solicitadas
Interés por aprender	Cuestiona, participa en clase, organiza actividades
Experiencia docente	Organiza actividades, utiliza material didáctico, reafirma contenidos, apoya y motiva
Crea expectativas	Favorece alumnos con más habilidades de programación
Resta importancia	No asesora a estudiantes de bajo rendimiento

Tabla no 2. Categorización (Fuente: Elaboración propia)

Una vez que se tienen las categorías de todos los registros, se realiza un agrupamiento de las categorías, para pasar a la presentación de los datos en alguna forma especial ordenada que permita extraer conclusiones; la forma que se utilizó es una matriz de doble entrada como se muestra en la tabla no 3.

Situación problemática	Causa	Efecto	Consecuencia	Manifestación
Las expectativas del docente por favorecer alumnos en base a sus conocimientos previos de programación.	El ambiente que se origina a raíz actitudes preferenciales del docente	Propiciar sobresalir los que más conocimientos tengan, y se rezaguen los demás.	Desánimo, reprobación, y deserción, motivación baja reprobación y desanimado por parte de los alumnos	Desconfianza para cuestionar al maestro, apatía, desánimo sin ganas de trabajar y cuestionar al hacer las actividades
Imposición de las tareas, con gratificación de calificación extra.	Utilizarlo como medio de motivador para generar interés en los temas	Forzar a los estudiantes a realizar la tarea.	Hacer la tarea en forma mecanicista por otros estudiantes. Por cualquier actividad extra, pedir calificación adicional	En un estira y afloja, en el que la calificación es la principal fuente de inspiración del alumno, y no la de aprender.
La improvisación en la realización de prácticas en el laboratorio de cómputo.	No planeación de actividades y ceder a peticiones de algunos alumnos	Que en laboratorio no todos hacen las prácticas	Algunos tienen computadora en casa y el no interesarse en el trabajo a realizar, porque ya lo saben.	Como una forma de no estar en el salón de clase.
La evaluación asistemática del proceso	Acciones no educativas empleadas en el aula	Desorganización en el proceso	Rendimiento escolar bajo	Aburrimiento, desmotivación, confrontación

Tabla no 3. Matriz de causa consecuencia

Es importante en todo proceso de investigación etnográfica, primero conocer desde el contexto social, personal y áulico el hacer del maestro, para conocer la problemática que se pretende intervenir, entendiendo por ésta: (Sánchez, 1993, p. 64) “Un proceso complejo a través del cual el profesor – investigador va decidiendo poco a poco lo que va a investigar.” Se refiere a un proceso de acción-reflexión-acción, donde el punto de partida del aprendizaje es la indagación e identificación de los problemas que plantea la práctica orientados por el docente, para poder ser intervenidos y resueltos.

Analizando las prioridades de los problemas que más asechan la práctica, se llega al siguiente enunciado problémico: **“El fijar expectativas sólo a los alumnos con experiencia, provoca la desmotivación del grupo y el bajo rendimiento escolar”**

*Proyecto de intervención educativa*

El desarrollo de un proyecto lleva consigo una serie de actividades planeadas estratégicamente para el logro de los objetivos que se desean alcanzar, no solamente una propuesta aislada buscando un cambio temporal para un día

de clase, sino un proceso metodológico donde sean aplicadas acciones que incidan significativamente en terceras personas: alumnos, familia y sociedad; con esta idea en mente se plantea una alternativa de trabajo para generar dentro del aula un clima donde los alumnos se sientan en plena libertad incitados a crear, innovar y conscientes de la necesidad de aprender. La idea es generar en el aula un seminario lleno de oportunidades donde los alumnos crezcan profesionalmente al igual que el docente. Esto implica arduo trabajo de selección y organización de contenidos, actividades, recursos y sobre todo esfuerzo adicional.

Tomando como base los dos aspectos de la problemática del docente para la investigación: Las expectativas del docente, y la forma de evaluar el aprendizaje, (Ausubel, 1976) menciona que para la solución del problema, depende de las teorías y métodos de enseñanza que el maestro emplea, los cuales deben ser relacionados principalmente en la naturaleza y con los factores cognoscitivos, afectivos y sociales los que influyen, de esta manera se debe adecuar el contexto para que el aprendizaje emerja por sí mismo, y se tengan conocimientos permanentes, (Meece, 2000, p. 192) comenta que “es necesario que las escuelas se esmeren más por crear ambientes de aprendizaje que ofrezcan iguales recursos, estímulos y oportunidades” y que estas oportunidades sean para todos los jóvenes independientemente de sus conocimientos previos de programación de manera igualitaria. Como propósito general se establece el trabajo colaborativo como medio para favorecer las relaciones afectivas en la materia de Estructura de Datos. Y los particulares: Retomar el rol de mediador en el desarrollo de las actividades, con el fin de propiciar la integración grupal. Así mismo se plantean objetivos estratégicos tendientes a promover el trabajo en equipo, la discusión y la colaboración facilitando el aprendizaje, crear un ambiente estimulante y seguro para el aprendizaje, preocupándose por la personalidad y afectividad de cada alumno y reconocer los logros personales, pero a la vez evitar el favoritismo, la descalificación, la exclusión o la lastima ante determinados alumnos.

Se plantea la estrategia de trabajo que retoma las características del trabajo cooperativo con un matiz humanista, ubicando a los estudiantes como personas, con las mismas posibilidades de desarrollo y trato igual. (Valcácel, 1985, p. 2) argumenta “El proceso grupal sirve de soporte para el desarrollo de una afectividad sana, en donde se crea un clima de no amenaza, de empatía, de escucha activa, para lograr unas relaciones interpersonales que ayuden a la reestructuración de la personalidad”. En apoyo a la estrategia del trabajo cooperativo con principal atención en el aspecto afectivo, se formulan técnicas auxiliares, que se realizarán para fortalecer el trabajo docente, e incorporar formas distintas de trabajo: 1) Investigación en grupo, será utilizada ya que se pretende que los estudiantes del grupo cooperativo según la temática propuesta por el docente, planeen las actividades, y realicen informes en profundidad de los métodos de investigación o búsqueda que esté en estudios, además de convertir el algoritmo propuesto por el autor en un programa de computadora, que compruebe su eficiencia y eficacia. 2) Trabajo en equipo esta técnica se plantea debido a la necesidad de integrar en el grupo actividades que apoyen a las relaciones interpersonales, se tienen alumnos de una diversidad de conocimientos de programación, hábitos de estudio, valores, principios e ideologías, y se programa debido a que lo fundamental para que funcione la técnica de trabajo en equipo es que lo integren personas distintas.

Es importante realizar una planeación estratégica respecto a las técnicas, actividades y tiempos en los que se realizarán cada una de las sesiones de clase y su relación con los contenidos a tratar. Para controlar y dar seguimiento al proyecto de intervención, se llevará a cabo una evaluación que los alumnos realizarán durante y al final del curso, además se utilizarán algunos instrumentos de recogida de datos tales como la auto observación, apuntes de alumnos y observador participante (relatoría), así también entrevistas y auto registros.

*Evaluación de la práctica intervenida.*

Para realizar la sistematización de la práctica intervenida es necesario como se comentó, recoger información que lleve a recuperar la práctica y posteriormente hacer una nueva caracterización, posterior a lo anterior y con la finalidad de ir definiendo y detallando la información recabada, se procede a llevar a cabo la saturación de instrumentos, definida esta como “el momento en el que durante la obtención de la información, esta empieza a ser igual, repetitiva o similar” (Alvarez-Gayou, 2005). La saturación de los instrumentos aplicados se resumen en la tabla no 4, en la cual se presenta una triangulación de los mismos, la cual nos sirve de mecanismo de extraer significados importantes en relación al problema de investigación.

Categoría	Instrumentos				
	Autoregistro	OP	Entrevista	Regularidad	Irregularidad
Cumplen actividades	x				x
Motiva actividad	x	x		X	
Atiende a la diversidad	x	x	x	X	
Organiza información	x		x	X	
Contrastan información	x	x	x	X	

Socializan información	x	x	x	X	
Diseñan instrumentos	x				x
<b>Apoyo entre pares</b>	x	x	x	x	
Media actividades	x	x	x	x	
Propicia participación		x	x	x	
Emprendedor	x	x	x	x	
Aclara dudas	x		x	x	
Creatividad en trabajos	x	x	x	x	
Poca claridad de instrucciones			x		x
Autoevaluación	x	x	x	x	
Recupera conocimientos	x		x	x	
Vinculan contenidos	x	x		x	
Trabajo en equipos	x	x	x	x	

Tabla no. 4 Triangulación de instrumentos saturados.

Se recuperan las categorías que están presentes en la mayoría de los instrumentos a las cuales se les denomina categorías regulares, éstas son analizadas desde las perspectivas teóricas para su mejor entendimiento. Se presenta a manera de ejemplo la categoría regular **Apoyo entre pares**. El psicólogo y filósofo John Dewey citado en (Trilla, 2005, p.18), creador de la pedagogía pragmática (aprender haciendo), sostenía que la función de la educación era dirigir y organizar la relación dialéctica entre el individuo y su entorno, promovía la importancia de construir conocimientos dentro del aula a partir de la interacción y la ayuda entre pares en forma sistemática. Por otro lado, (Fernández I, 2001) comenta que “a través de la amistad, los jóvenes aprenden a practicar las habilidades de interacción social que se requieren para mantener relaciones cercanas, pero controlar la comunicación, el conflicto y a confiar en el otro”.

La siguiente viñeta empírica da evidencia de esta acción dentro del aula:

Registro no. 7\_02\_02.Observador Participante

Mo: Vamos a organizar los equipos de trabajo. Para eso vamos a tomar un dulce de este contenedor y según el tipo de dulce será al equipo que se integrarán.

/Los alumnos felices por el dulce, pasa todos juntos y se identifican con sus compañeros/

/Se presenta algo de confusión cuando preguntan dónde se ubicarán para trabajar, el docente interviene/

Mo: Ahora van a seleccionar las torres de Hanoi para ordenarlas según el problema que les explica el docente.

Ao. Ya se cómo funciona...

Ao. Puedes explicarme //el alumno empieza a explicar cómo se soluciona el problema al otro alumno

Una vez que ha concluido la aplicación del proyecto de intervención, es necesario realizar la evaluación de las acciones desarrolladas durante el mismo y conocer si el proyecto fue pertinente para disminuir la problemática detectada en el hacer docente; se hizo una evaluación metodológica, así también se evaluó del propósito general y particular, se evaluaron los objetivos estratégico específicos, las líneas de acción, la estrategia, las técnicas, los supuestos teóricos los cuales se incluyen a manera de ejemplo en la tabla no 5. Donde se contrastan las categorías regulares con cada supuesto teórico y las relaciones que conlleva.

Categoría regulares	Supuestos teóricos	Relaciones
1. Motiva actividad 2. Atiende a la diversidad 3. Organiza información 4. Contrastan información	Psicológico David P. Ausubel	1, 11, 12, 13, 14
5. Socializan información 6. Apoyo entre pares 7. Media actividades 8. Propicia participación 9. Emprendedor	Humanismo. Carl Rogers	2, 5, 8, 9, 10, 15
10. Aclara dudas 11. Creatividad en trabajos 12. Autoevaluación 13. Recupera conocimientos 14. Vinculan contenidos 15. Trabajo en equipos	Teoría Socio- Cultural. Lev. S. Vygotsky	3, 4, 6, 7

Tabla no 5. Evaluación de los supuestos teóricos

### *Resumen de resultados*

En forma general se puede decir que la aplicación del proyecto se llevó de modo innovador, aunque inicialmente se plantearon algunos contenidos, los cuales al momento de la aplicación se consideraron no pertinentes, ya que el contexto, los temas y la situación no eran favorables a los puntos de intervención; estos se ajustaron y se fortalecieron los que dieron mejor resultado. Así también es importante mencionar la buena disposición de los alumnos para trabajar como lo comentaron: como conejillo de indias. Gracias a éste proyecto se ha tenido la oportunidad de ayudar a maestros que tienen la inquietud de imitar algunas dinámicas y forma de trabajar, y han solicitado bibliografía de la cuál quieren apoyarse para hacer de su clase algo diferente.

La generación de ambientes de aprendizaje permitió la construcción metodológica, como un proceso que incluye fundamentos teóricos y de un conjunto de técnicas específicas pero en el contexto de la definición de los principios y procedimientos que permitan organizar y orientar el trabajo para promover aprendizajes de un contenido. Queda claro que cada alumno es diferente, tiene capacidades diferentes, formas de aprendizaje diferentes y personalidad propia, lo cual no se había reflexionado al respecto. Además como resultado, se comenta que la confianza se puede dar a los alumnos y no por ello faltan al respeto como docente. El fijar expectativas a los alumnos es bueno, siempre y cuando éstas consideren una evaluación previa, y sean fijadas de manera personal a cada estudiante.

### *Recomendaciones*

- La construcción del conocimiento en ambientes cooperativos da excelentes resultados.
- La mediación docente genera en los estudiantes mayor interés por desarrollar el auto aprendizaje
- El trabajo cooperativo invita a los estudiantes a actuar con responsabilidad, lealtad, sinceridad, desarrollando una serie de valores que lo forman integralmente.
- El conocimiento de la práctica docente a través de la caracterización es una actividad tan importante como saber los datos personales del docente.
- La problematización de la práctica es una actividad difícil porque nunca vemos los errores propios.
- Realmente el hecho de ser o trabajar siendo docente, teniendo una preparación totalmente diferente a la actividad docente, lleva consigo sacrificios entre los que se encuentra el estudiar para serlo.
- Una de las cosas más importantes que deja la investigación es la de ver cosas que antes no se veían, para observar con más detenimiento los acontecimientos que pasan en la vida, desde el campo profesional hasta lo familiar.
- Se trató en lo que fue posible orientar a los alumnos, y apoyarlos e inclusive dando consejos para su formación.
- Los grupos afectivos de los que se ha estado hablando durante todo el trabajo se considera la alternativa de trabajo ideal para maestros que menosprecian alumnos, reformulando sus expectativas del logro que éstos pueden tener en la vida, propiciando la ayuda mutua, la solidaridad, la equidad y fortaleciendo las relaciones interpersonales de manera socio-afectiva.

### *Referencias bibliográficas.*

1. Ausubel, David P., y otros (1976) Psicología Educativa, Ed. Trillas.
2. Mata Vargas, Enrique La investigación cualitativa y el plan de estudios 197 de la licenciatura en educación primaria de las escuelas normales; Educar, Sistema Educativo Jalisciense, México, 2000.
3. Mecce Judith, (200). Desarrollo del niño y del adolescente. Compendio para el educador. Secretaría de Educación Pública, México.
4. Perales Ponce, Ruth C. (2006). La significación de la práctica educativa. Primera edición. Ed. Paidós, México, D.F.
5. Rodríguez, Gregorio, et, al, (1996). Metodología de la investigación cualitativa.
6. Rogers, Carl R. (1987). El camino del ser. Barcelona Kairós, España.
7. Rogers, Carl R. (1972). El proceso de convertirse en persona. Paidós. Buenos Aires.
8. Sánchez Puentes, Ricardo, (1993). Didáctica de la problematización en el campo científico de la educación; Perfiles Educativos no 61. julio-septiembre. México.
9. Skinner, B.F. (1975). Por qué necesitamos máquinas de enseñanza, Fontanella. España.
10. Trilla, J. (2005). El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI. Grao. España.
11. Valcácel Amador, José Antolín; Escuelas para la vida Cuadernos de pedagogía no. 125, mayo de 1985 formato CD ROM Pág. 2
12. Woods, Peter; La Escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa; Paidós/MEC, España. Pág. 18.

# REGRESIÓN Y CORRELACIÓN LINEAL ENTRE EL ÍNDICE DE REPROBACIÓN Y EL PROMEDIO GENERAL OBTENIDO EN EL BACHILLERATO POR LOS ALUMNOS DE LAS 7 LICENCIATURAS DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA

M.E.S. Narciso Campero Garnica<sup>1</sup>, M.A.O. Guadalupe Melchor Díaz<sup>2</sup>, M.A.O. Sergio Hilario Díaz<sup>3</sup>,  
Dr. Saúl Hurtado Heras<sup>4</sup>

**Resumen.** La evaluación educativa tiene varios campos en los que puede realizarse, uno de ellos es la evaluación relacionada con los alumnos. Sin evaluación difícilmente podría hablarse de reprobación. La evaluación en el común de las instituciones de educativas consiste en probar el grado en que un estudiante cumple criterios establecidos en un programa de estudios, sin embargo sabemos que existe un conjunto de factores manifiestos y “ocultos” que inciden de manera por demás compleja en la reprobación de los alumnos. La presente investigación tiene como propósito evaluar si el promedio que los estudiantes obtienen al término del bachillerato impacta en el índice de reprobación del primer semestre en 5 generaciones (2009b- 2013b) de las siete licenciaturas que se imparten en el Centro Universitario UAEM Amecameca.

**Palabras claves:** promedio general, índice de reprobación, regresión lineal, correlación lineal, evaluación.

## INTRODUCCIÓN

Para lograr que una institución de educación superior sea eficaz, es necesario que realice trabajos de evaluación y retroalimentación de información sobre la formación de sus estudiantes. Ya que a partir de ello, puede realizar medidas tanto en sus programas como en sus políticas que estén orientadas hacia el mejoramiento del desempeño académico y por consecuencia reducir sus índices de reprobación.

Entre las investigaciones que se han desarrollado se encuentran fundamentalmente aquellos que se centran en descripciones y conceptos específicos de casos particulares que miden grados de asociación entre variables mediante análisis de correlación. Zorrilla (1991) señala que el introducir en estas investigaciones variables asociativas se justifica, por la capacidad que potencialmente puedan tener para ayudar a comprender diferentes niveles de resultados de las variables que expresan el objeto de estudio. En primer término al introducir este tipo de características se evaluará su variabilidad y en consecuencia su capacidad asociativa y eventualmente explicativa de las variables sujetas a explicación.

Es cierto que existe un conjunto de factores que inciden de manera por demás compleja en el fenómeno de reprobación en general. Pueden referirse aquellos que son propios a los alumnos, los relacionados con los docentes y los relacionados con la Institución. Respecto a los primeros tenemos 5 grandes grupos: Los atributos personales, los de la Trayectoria escolar pre-universitaria, los de la trayectoria escolar universitaria, las características relativas a la procedencia social del estudiante y las valoraciones del estudiante sobre su formación.

En este sentido tratando de determinar las causas de la reprobación en las 7 licenciaturas que se imparten en el Centro Universitario UAEM Amecameca, se plantea trabajar con uno de los componentes del factor trayectoria escolar Pre-universitaria promedio de calificaciones del bachillerato y el índice de reprobación.

---

<sup>1</sup> M.E.S. Narciso Campero Garnica es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, [camperomx@prodigy.net.mx](mailto:camperomx@prodigy.net.mx). (autor corresponsal) (expositor).

<sup>2</sup> M.A.O. Guadalupe Melchor Díaz es Profesora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, [gpe\\_md@yahoo.com.mx](mailto:gpe_md@yahoo.com.mx).

<sup>3</sup> M.A.O. Sergio Hilario Díaz es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM, México, [camaoseh@yahoo.com.mx](mailto:camaoseh@yahoo.com.mx).

<sup>4</sup> Dr. Saúl Hurtado Heras es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, [saulhurtadoheras@yahoo.com.mx](mailto:saulhurtadoheras@yahoo.com.mx).

## METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo descriptivo transversal, se consideró trabajar con 1831 expedientes de los alumnos de las 7 licenciaturas del Centro Universitario UAEM Amecameca quedando de la siguiente manera: Licenciatura en Letras Latinoamericanas (224), Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública (230), Licenciatura en Contaduría (207) Licenciatura en Administración (233) Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia (292) Licenciatura en Derecho (245) y Licenciatura en Nutrición (400).

De cada uno de los expedientes se obtuvo el promedio general del bachillerato y el índice de reprobación del primer semestre de los estudiantes de las generaciones 2009 b, 2010b, 2011b, 2012b, 2013b; una vez que se contó con la información se realizó la regresión y correlación lineales en cada una de las licenciaturas tanto del índice de reprobación con el promedio general del bachillerato, como del número de unidades de aprendizaje reprobadas con el promedio del bachillerato encontrado.

Una vez que se contó con esta información se estructuraron los cuadros y el análisis de los resultados así como las conclusiones.

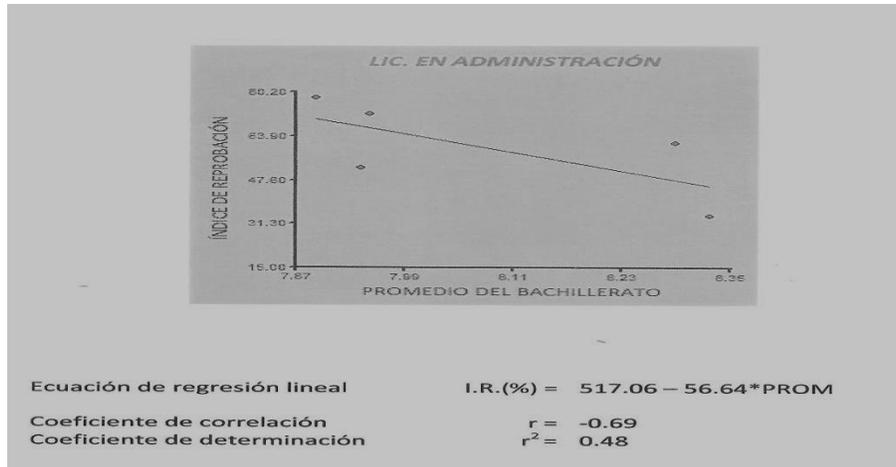
## RESULTADOS

Al término de la correlación se encontró que en dos de las licenciaturas de las 7 que se imparten en el Centro Universitario UAEM Amecameca hay una correlación lineal alta: Letras Latinoamericana con una  $r = -0.87$  y en la Licenciatura en Nutrición con una  $r = -0.83$ , mientras que en las otras cinco los valores de  $r$  oscilan de  $-0.69$  a  $-0.06$ .

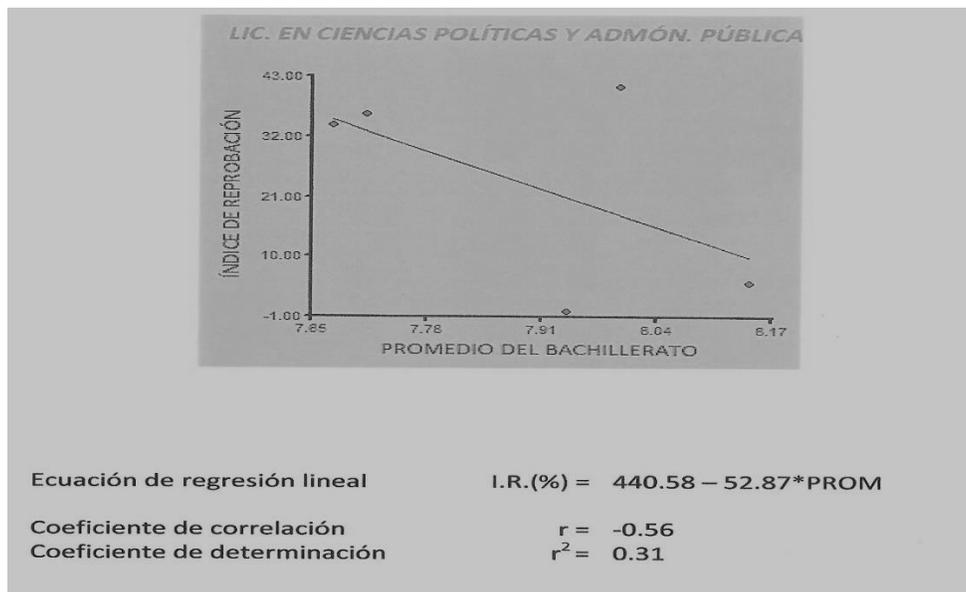
### RESUMEN DE LA REGRESIÓN Y CORRELACIÓN LINEAL

LICENCIATURA	ECUACIÓN DE REGRESIÓN I.R. (%) =	r	r <sup>2</sup>
ADMINISTRACIÓN	517.06 – 56.64*PROM	-0.69	0.48
C. P. Y A. P.	440.58 – 52.87*PROM	-0.56	0.31
CONTADURÍA	249.77 – 25.37*PROM	-0.4	0.16
DERECHO	42.16 – 2.02*PROM	-0.06	0.004
LETRAS L.	737.51 – 90.83*PROM	-0.87	0.76
M. V. Z.	231.76 – 27.54*PROM	-0.28	0.08
NUTRICIÓN	292.56 – 32.12*PROM	-0.83	0.69

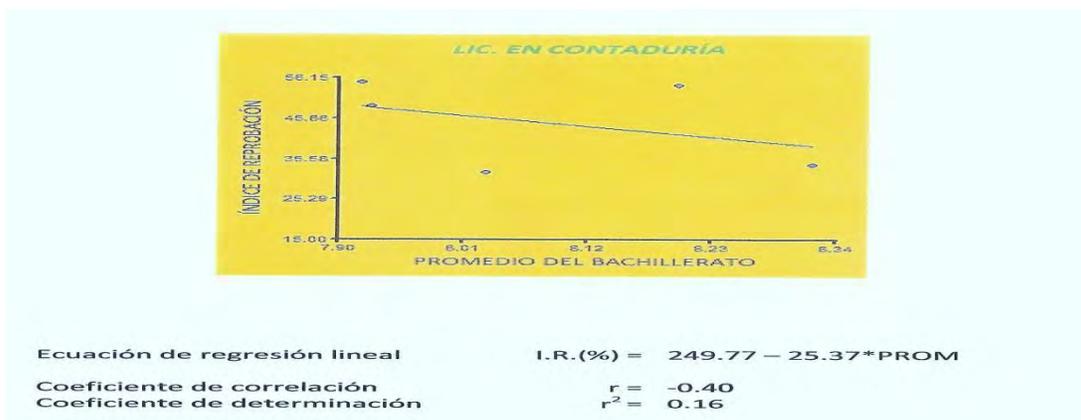
Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca



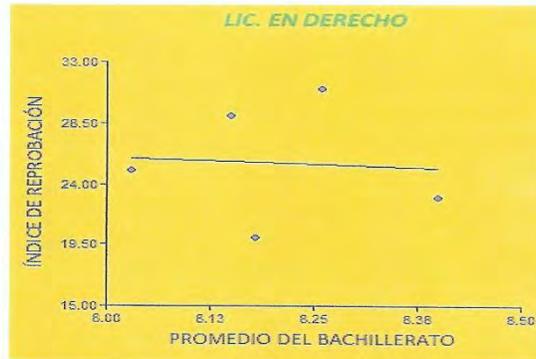
Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca



Fuente: expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca



Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca

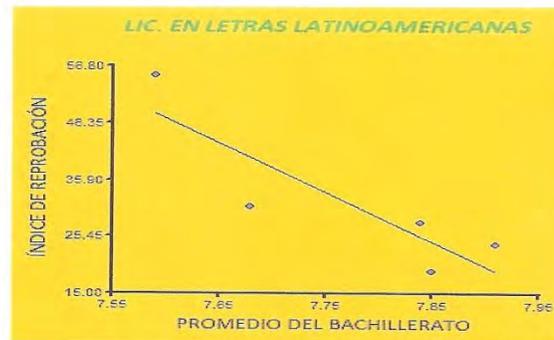


Ecuación de regresión lineal  $I.R.(%) = 42.16 - 2.02 * PROM$

Coefficiente de correlación  $r = -0.06$

Coefficiente de determinación  $r^2 = 0.004$

Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca

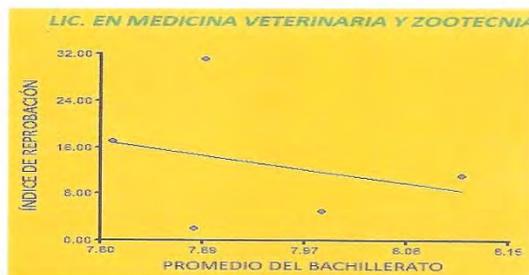


Ecuación de regresión lineal  $I.R.(%) = 737.51 - 90.83 * PROM$

Coefficiente de correlación  $r = -0.87$

Coefficiente de determinación  $r^2 = 0.76$

Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca

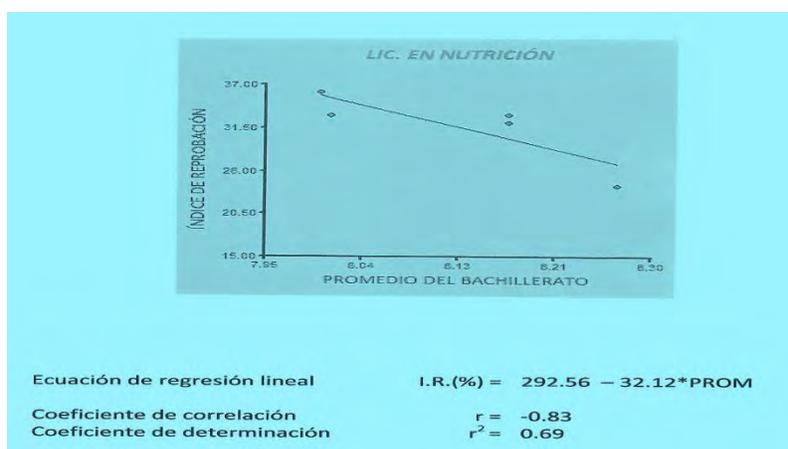


Ecuación de regresión lineal I.R.(%) =  $231.76 - 27.54 \cdot \text{PROM}$

Coefficiente de correlación  $r = -0.28$

Coefficiente de determinación  $r^2 = 0.08$

Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca



Ecuación de regresión lineal I.R.(%) =  $292.56 - 32.12 \cdot \text{PROM}$

Coefficiente de correlación  $r = -0.83$

Coefficiente de determinación  $r^2 = 0.69$

Fuente; expediente de los alumnos del Centro Universitario UAEM Amecameca

### RESUMEN DE LA REGRESIÓN Y CORRELACIÓN LINEAL DEL N° DE UNIDADES REPROBADAS Y EL PROMEDIO DE BACHILLERATO

LICENCIATURA	ECUACIÓN DE REGRESIÓN N° DE UNIDADES REPROBADAS (%) =	r	r <sup>2</sup>
ADMINISTRACIÓN	$3.61 - 0.14 \cdot \text{PROM. BACH.}$	-0.049	0.00240
C. P. Y A. P.	$1.89 + 0.10 \cdot \text{PROM. BACH.}$	0.036	0.00130
CONTADURÍA	$2.85 - 0.05 \cdot \text{PROM. BACH.}$	-0.020	0.00040
DERECHO	$1.67 - 0.01 \cdot \text{PROM. BACH.}$	-0.004	0.00002
LETRAS L.	$-7.67 + 1.32 \cdot \text{PROM. BACH.}$	0.361	0.13000
M. V. Z.	$0.85 + 0.23 \cdot \text{PROM. BACH.}$	0.063	0.00400
NUTRICIÓN	$-3.02 + 0.68 \cdot \text{PROM. BACH.}$	0.20	0.40000

## CONCLUSIONES

No en todas las licenciaturas la interacción entre el índice de reprobación y el promedio general de bachillerato es un factor determinante. No se pasa por alto que el índice de reprobación es multifactorial, lo anterior invita a revisar algunos otros factores de la trayectoria pre-universitaria y de la trayectoria universitaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Garritz A. (coordinador). *Antecedentes escolares y avances en la educación superior*. México: ANUIES. 1996.
2. Reyes Seanez Ma. A. *Una reflexión sobre la reprobación escolar en la educación superior como fenómeno social*. Revista Iberoamericana de la Educación, No. 3917, 10-09-06.
3. Zorrilla Fierro, Margarita Ma. *La evaluación Institucional y su relación con la investigación educacional: notas para un debate*. Ponencia presentada en el Encuentro Nacional de Eficiencia Terminal y Titulación. Guadalajara, Jal. 23-25 octubre. 1991.

## Notas Biográficas

**Narciso Campero Garnica** (México, D.F.) Maestro en Enseñanza Superior por la UNAM e Ingeniero Químico por la misma Institución; Profesor de Educación Primaria por la Benemérita Escuela Nacional de Maestros, Ex Director del C.U. UAEM Amecameca, Ex Coordinador del Programa Tutorial, Ex Coordinador de la Licenciatura Nutrición en el mismo espacio y actualmente Profesor de Tiempo Completo e integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lenguas y Cultura Latinoamérica del C.U. mencionado.

**Guadalupe Melchor Díaz** (Chalco, Estado de México) es candidata a Doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestra en Administración de Organizaciones por la Universidad Nacional Autónoma de México y licenciada en Relaciones Internacionales, también por la UNAM. Actualmente, se desempeña como profesora de tiempo completo de la Licenciatura en Nutrición en el Centro Universitario UAEM Amecameca. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura del Centro Universitario UAEM Amecameca e integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lenguas y Cultura Latinoamérica del C.U. mencionado.

**Sergio Hilario Díaz** (Ejutla de Crespo, Oaxaca) es candidato a Doctor en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestro en Administración de Organizaciones por la Universidad Nacional Autónoma de México e Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente, se desempeña como profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM., Responsable del Programa de Fomento a la Lectura de la Facultad de Ciencia Agrícolas UAEM., e integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lenguas y Cultura Latinoamérica del Centro Universitario UAEM Amecameca.

**Saúl Hurtado Heras** (Temilpa Viejo, Tlaltizapán, Morelos) es profesor de Educación Primaria por la Escuela Norma Rural de Tenería, Estado de México, y doctor en Estudios Latinoamericanos por la Universidad Nacional Autónoma de México. También es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y miembro asociado del Centro Toluqueño de Escritores. Actualmente se desempeña como profesor-investigador de tiempo completo de la Licenciatura en Letras Latinoamericanas en el Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México.

# Evaluación Ergonómica de un Puesto de Trabajo Utilizando el Método REBA

Morayma Campoy Santeliz<sup>1</sup>, Mauricio López Acosta<sup>2</sup>,  
Jorge Guadalupe Mendoza León<sup>3</sup> y Luis Carlos Montiel Rodríguez<sup>4</sup>

## Resumen

Mediante el presente trabajo se pretende mostrar las posibles adecuaciones para el operador en la industria automotriz específicamente en el área de corte a través del método REBA (Rapid Entire Body Assessment) en donde se da la necesidad de que los mismos operadores realicen un set-up; por lo que esta acción suele ser repetitiva; un punto importante, los movimientos que realiza en su área de trabajo tomando en cuenta la postura que este mantiene dentro de su actividad.

**Palabras claves:** Ergonomía, repetitividad, posturas, musculo esquelético, método REBA

## Introducción

En el estado de Sonora se tiene ya una larga historia en la fabricación del automóvil. Esto se remonta a 1986 cuando Ford Motor Company abrió por primera vez una instalación en el estado. Desde entonces la industria ha estado creciendo y actualmente emplea a más de 15,000 personas contribuyendo con aproximadamente el 9.7% del PIB del estado. Numerosas empresas de los Estados Unidos, Canadá, Japón y Europa se localizan en la industria automotriz de Sonora. Algunas de las principales empresas operando en el estado son Magna, Martinrea, Takata, Lear, Delphi, y Goodyear, entre otras; por lo que la demanda de trabajos es alta para la manufactura, en sus distintos campos, la automotriz dentro de ella en su particularidad se es requerido un esfuerzo laboral, por lo que es importante tener en cuenta las modificaciones que ya existen planteados por los expertos dentro de la planta; el exceso de trabajo repercute en los trabajadores a largo o corto plazo impactando directamente al desempeño de la actividad (proceso), según (Wick y McKinnis, 1998; Battini et al., 2011; Xu et al., 2012), Entre la multitud de procesos laborales que pueden dar lugar a daños a la población trabajadora por posturas forzadas y movimientos repetitivos, se encuentran las cadenas de montaje.

En la actualidad no existe una normatividad específica aplicable para factores de riesgo ergonómico que condicionen lesiones músculo-esqueléticas. Según las estadísticas de IMSS en el estado de Sonora, por cada 100 trabajadores esto representando el 3.4% , con respecto a accidentes específicamente en manos y muñecas un total de 4279 tanto en hombres como en mujeres, en tobillos y pies una suma de 2078 . Lo anterior que pudiese existir falta de capacitación, adecuación de áreas, mala utilización de herramientas, etc. Para la identificar y valorar si el área asignada para el operario es adecuada para el óptimo desarrollo de la actividad, se utilizó el método REBA, el cual proporciona información adecuada acorde a los movimientos que realiza el trabajador con el fin de descubrir al tipo de lesión que puede presentarse a corto o largo plazo.

## ANTECEDENTES

Sujeto bajo estudio el operario utiliza una máquina automatizada la cual su principal función es hacer distintos “cortes” de circuitos (cobre cubierto de plástico), ya que se manejan diferentes tipos de cable (longitud, calibre), se da la necesidad de que los mismos operadores realicen un set-up (cambio de troquel y cambio de circuito), esto dependerá de la demanda que tenga; y de igual manera requiere de su intervención manual para hacer cambios de números de partes instalados a un lado de la maquinaria antes mencionada por lo que esta acción suele ser repetitiva. Enfocándose en la problemática observada, el operario al momento de realizar cambio de materiales este recurre a “abastecerse” dentro de su área sin embargo la forma de colocación de estas mismas hace que el trabajador utilice la espalda, brazos, piernas; de ahí que la utilización del método REBA es mejorar el

<sup>1</sup> Morayma Campoy Santeliz, Alumna del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. moracampoy24@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mauricio López Acosta, Profesor del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. mauricio.lopez@itson.edu.mx

<sup>3</sup> Jorge Guadalupe Mendoza León, Profesor del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. jorge.mendoza@itson.edu.mx

<sup>4</sup> Luis Carlos Montiel Rodríguez, Profesor del Programa Educativo de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. Luis.montiel@itson.edu.mx

posicionamiento esquelético del operador para un mejor desempeño y por lo tanto un rendimiento óptimo. La mayor parte de la problemática muscular de origen laboral se van desarrollando con el tiempo y son provocados por el propio trabajo o por el entorno en el que éste se lleva a cabo. También pueden ser resultado de accidentes, como por ejemplo, fracturas y dislocaciones. Por lo general, estos mismos afectan a la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores, aunque también afectan a las inferiores pero con menor frecuencia, (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud: 2013).

En la colocación de materia prima al igual que la toma de números de partes a utilizar el operador realiza una postura de flexión esto teniendo impacto en, espalda, piernas, brazos debido a la forma en que está colocada dicho material, ver figura 1 y figura 2.



Figura 1. Posición elemental del operario



Figura 2. Posición forzada del operario

## MÉTODO

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue desarrollado por Hignett y McAtamney en Nottingham en el año 2000. Es una herramienta que sirve para estudiar las posturas. Tiene una fiabilidad alta en la codificación de las partes del cuerpo. Este método fue creado para tener una herramienta capaz de cuantificar la carga física a la que están sometidos los empleados, se trata de un sistema de análisis, que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción carga-persona y un nuevo concepto que tiene en cuenta lo que denomina “gravedad asistida” para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores. El método REBA pretende:

- Desarrollar un sistema de análisis postural para riesgos músculo-esqueléticos en diferentes tareas.
- Dividir el cuerpo humano en diferentes segmentos según los planos de movimiento.
- Suministrar un método de puntuación para la actividad muscular, generado mediante posturas estáticas, dinámicas, inestables o por cambios rápidos de la posición.
- Reflejar la interacción o conexión entre la persona y la carga.
- Incluir una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Establecer unos niveles de acción, según la puntuación obtenida con un nivel de urgencia.

La puntuación final REBA se encontrará comprendida entre 1 y 15, lo que indicará el riesgo que supone desarrollar la tarea y los niveles de acción correspondientes en cada caso:

- Nivel de acción 0: la puntuación REBA será de 1, con lo que el nivel de riesgo es inapreciable.
- Nivel de acción 1: la puntuación REBA está comprendida entre 2 y 3, con lo cual el nivel de riesgo es bajo.
- Nivel de acción 2: la puntuación REBA está comprendida entre 4 y 7, el nivel de riesgo es medio y es necesaria una intervención y análisis posterior.
- Nivel de acción 3: la puntuación REBA está comprendida entre 8 y 10, el nivel de riesgo es alto y es necesaria una rápida intervención y análisis posterior.
- Nivel de acción 4: la puntuación REBA está comprendida entre 11 y 15, el nivel de riesgo es muy alto y la intervención debe ser urgente e inmediata, requiere además, un análisis posterior.

En la actualidad, un gran número de estudios avalan los resultados proporcionados por el método REBA, consolidándolo como una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural. (Asencio-Cuesta, Bastante-Ceca y Diego-Más, 2012). La metodología se divide en dos grupos **A** correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y **B** los miembros superiores: brazo, antebrazo y muñeca. Puntuaciones adquiridas plasmadas en las siguientes tablas correspondientes.

**Puntuaciones de los grupos A y B;** Al dar por terminada la evaluación total del grupo A que contempla Tronco, Cuello y Piernas los cuales los resultados obtenidos están plasmados en la tabla 1 por lo que al evaluar el grupo A son el Tronco, Cuello y Piernas se agrupan los resultados en la tabla 1, entonces Tronco: 3, Cuello: 2, Piernas: 4; obteniendo un resultado final correspondiente al grupo A= 7. En cuanto a la agrupación B indicando brazo, Antebrazo y Muñeca estos mostrados en la tabla 2 el cual se obtuvo lo siguiente : Brazo:4 , Antebrazo: 1, Muñeca: 1, El resultado final para el grupo B es =4

Tabla 1. Puntaje grupo A

TRONCO	CUELLO											
	1				2				3			
	PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 2. Puntaje grupo B

BRAZO	ANTEBRAZO					
	1			2		
	MUÑECAS			MUÑECAS		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

**Puntuación de la carga o fuerza;** Al momento en que el operador selecciona el tipo de material a utilizar este recarga su peso en las rodillas y al mismo tiempo soporta en peso aproximado a 13kg sus manos ya que la posición en las que están colocadas los componentes esta a nivel bajo en comparación de una posición estática del operador, ver tabla 3.

Tabla 3. Puntaje considerado para la fuerza o carga

PUNTOS	POSICIÓN
+0	La carga o fuerza es menor a 5Kg
+1	La carga o fuerza esta ente 5 y 10 Kg
+2	La carga o fuerza es mayor a 10Kg

De acuerdo al objeto bajo estudio se considera una fuerza mayor. Proporcional en manos; En base a la tabla 3, se considera el valor de +2 puntos por ser una carga de más de 10 Kg.

En la tabla 4 se determina el adicional +1 punto, ya que se considera una fuerza tosca al momento de toma-recoge-suelta, de ahí que sería = 3 puntos

Tabla 4. Acondicionamiento de puntaje para la carga o fuerza.

PUNTOS	POSICIÓN
+1	La fuerza se aplica bruscamente

Puntaje en cuanto al tipo de agarre. De forma en que es sostenido el objeto que de tal manera que el mismo operador manipula para instalarlo en la maquinaria automatizada, lo que genera un agarre inaceptable y de acuerdo la tabla 5, la calificación del agarre es de +3. Partiendo de una "Puntuación A" y la "Puntuación B" se obtiene un nuevo resultado en el cual se denomina "Puntuación C", que se establece en la tabla 6. Por lo que se considera como valor final: Puntuación A:  $7 + 2 = 9$  Puntuación B:  $7 + 3 = 10$ .

Tabla 5. Puntuación tipo de agarre

PUNTOS	POSICIÓN
+0	<b>Agarre Bueno</b> El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	<b>Agarre Regular</b> utilizando otras partes del cuerpo. El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable
+2	<b>Agarre Malo</b> El agarre es posible pero no aceptable
+3	<b>Agarre Inaceptable</b> El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre manual, o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo

**Puntuación final;** La puntuación final del método es la totalidad de resultado en sumar a la "Puntuación C" el incremento dada el tipo de actividad como la muestra como lo muestra la tabla 7. Las actividades consideradas por el método no son excluyentes y por tanto lo que se podría elevar la "Puntuación C" posiblemente hasta en 3 unidades

Tabla 6. Puntuación C en base a las puntuaciones de grupo A y B

PUNTUACIÓN C												
PUNTUACIÓN A	PUNTUACION B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

De acuerdo con el puntaje en la tabla 6 es el valor obtenido es 12, pero derivado de la actividad muscular que se tiene se incrementan +2 puntos, por lo que la puntuación final es de 14, manejando este valor, y en base a la determinación, la nivelación de riesgo en cuanto a lo ergonómico es muy alto y con un nivel de acción de 4, lo que requiere actuación inmediata. Como se aprecia en la tabla 8.

Tabla 7. Puntaje por actividad muscular

Puntos	Actividad
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos mas de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables

Tabla 8 Puntuación Final

Puntuación Final	Nivel de Acción	Actuación	Actividad
1	0	Inapreciable	No es necesaria la actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Una vez obtenida la valoración la propuestas en la modificación del área del trabajador son: es estandarizar la el nivel de altura y posición de la materia a utilizar para que esto ayude en la postura del operador, con esto se reduce la flexión excesiva de la columna, de igual manera la carga en Kg. Disminuirá en los hombros, codos y brazos, Favoreciendo al operador en una mejor distribución de pesos y movilidad de su musculatura, ver figura 3.



Inadecuada postura que realiza el operador y esta suele ser repetitiva.

Lo ideal modificación de "racks" en forma vertical de igual manera modifica altura posicional.

Figura 3. Posición del operador actual y propuesta

## CONCLUSIONES

Independientemente el tipo de maquinaria, esta debería estar contemplada en su aspecto físico de forma ergonómica de tal manera que pueda ser utilizada por cualquier trabajador así también de fácil uso sin ninguna dificultad de igual manera adaptarse con facilidad a esta esto con el fin que no genere lesiones, enfermedades y accidentes ocasionadas por la utilización de las mismas, de la misma manera que haya un alza en la productividad laboral provocada por el operario. Por lo anterior que es de necesidad de dar importancia de forma complementaria la ergonomía y métodos de para evaluarla a los que llegan a formar parte dentro de la estructuración de cualquier diseño para maquinaria y la utilización que se necesite para el bienestar integral físico usado por el trabajador. Sin necesidad de que el usuario tuviese que adaptarse a ellos sino que fuese lo contrario; de manera que es mostrada una serie de investigaciones las cuales se desarrolla en todo tipo de maquiladora sin importar el giro de esta misma como automotriz, aeronáutica, textil, etc. Al dar por terminado la implementación del método REBA es aconsejable una inspección total de la obtención de resultados obtenidos individualmente dadas por las diferenciación de extremidades del cuerpo, de igual manera incluyendo las impulso, enganche y actividad, con la finalidad de ubicar al evaluador acerca de las correcciones necesarias así como la reubicación de áreas, para el mejoramiento de posturas que sean consideradas críticas a partir de los resultados que se determinaron y que así mismo lo sugieren.

## BIBLIOGRAFIA

Asencio-Cuesta, S; Bastante-Ceca M. J. y Diego-Más J. A. 2012. Evaluación Ergonómica de Puestos de Trabajo; Método REBA, Editorial Paraninfo.

Consejo para la promoción económica en Sonora, en: <http://es.sonora.org.mx/index.php/industria> fecha de consulta 23 de febrero de 2015

Instituto Mexicano Seguro del Seguro Social. 2013. Estadísticas de Accidentes y Enfermedades del Trabajo. Consultado el 23 de febrero del 2015, en: [www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/.../2013/06\\_SaludenelTrabajo.xls](http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/.../2013/06_SaludenelTrabajo.xls) fecha

Wick y McKinnis, 1998; Battini et al., 2011; Xu et al., 2012; Simulación en el laboratorio de cadenas de montaje para aplicación de metodologías de evaluación ergonómicas 2012-2013; en: <http://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes/documentos/2013-posters/334901.pdf>

Agencia Europea para la seguridad de una salud en el trabajo en: <https://osha.europa.eu/es/topics/msds> fecha de consulta 23 de febrero del 2015

Evaluación de ergonómica de puestos de trabajo; REBA; HIGNETT, S and Mc ATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment: REBA Applied Ergonomics, 31, 201-5, 2000, en: <https://books.google.com.mx/books?isbn=8428332673>