

# Estrategias de Aprendizaje y Rendimiento Académico de los Estudiantes de la Licenciatura en Nutrición del Centro Universitario UAEM Amecameca

M.A.O. Guadalupe Melchor Díaz<sup>1</sup>, M. en L. Lino Martínez Rebollar<sup>2</sup> y M.A.O. Sergio Hilario Díaz<sup>3</sup>

## Resumen

El objetivo de la investigación es relacionar las estrategias de aprendizaje con el rendimiento académico de 82 estudiantes de la Licenciatura en Nutrición del Centro Universitario UAEM Amecameca, que cursaron y concluyeron el primer semestre en Agosto de 2016. Para la recolección de datos se utilizó la escala de estrategias de aprendizaje del manual para el orientador, México UNAM 2008. Y para el rendimiento académico se consultó los expedientes de cada uno de ellos en control escolar. El análisis de los datos se llevó a cabo a partir de una regresión lineal múltiple obteniendo como resultado una  $r$  de 0.35. Lo cual indica una correlación baja entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico de estos estudiantes.

**Palabras claves:** Rendimiento Académico, Estrategias de Aprendizaje, Factores, Determinantes personales, condiciones cognitivas

## Introducción

La identificación y la medición de los factores que explican o se asocian con el rendimiento académico han conformado uno de los temas principales de la investigación sobre educación dado que permiten tomar decisiones informadas y mejorar la calidad de los procesos.

El rendimiento académico, por ser multicausal, envuelve una enorme capacidad explicativa de los distintos factores y espacios temporales que intervienen en el proceso aprendizaje. Existen diferentes aspectos que se asocian al rendimiento académico, entre los que intervienen componentes tanto internos como externos al individuo. Pueden ser de orden social, cognitivo y emocional, que se clasifican en tres categorías: determinantes sociales, determinantes personales y determinantes institucionales, que presentan subcategorías o indicadores.

El rendimiento académico 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. Se mide mediante las calificaciones obtenidas, con una valoración cuantitativa, cuyos resultados muestran la aprobación o reprobación de las materias. Pérez, Ramón, Sánchez (2000), Vélez Van Roa (2005)

Para que los estudios de rendimiento académico sean útiles, es importante identificar el tipo de influencia de los factores asociados al éxito o al fracaso del estudiantado, es decir, de los niveles de influencia entre las variables por considerar para determinar factores causales y mediaciones que determinan las relaciones entre las distintas categorías de variables personales, sociales e institucionales.

Dentro de las determinantes personales (competencia cognitiva, motivación, condiciones cognitiva autoconcepto académico, autoeficacia percibida, bienestar psicológico, satisfacción y abandono con respecto a los estudios, asistencia a clase, inteligencia, aptitudes, sexo, formación académica previa a la universidad, nota de acceso a la universidad) se encuentran indicadores o subcategorías que pueden ser analizadas en relación con el rendimiento académico.

<sup>1</sup> 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) (autor correspondiente) (expositor).

<sup>2</sup> M. en L. Lino Martínez Rebollar es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, [masculino\\_el10@yahoo.com.mx](mailto:masculino_el10@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> M.A.O. Sergio Hilario Díaz es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, México, [camaoseh@yahoo.com.mx](mailto:camaoseh@yahoo.com.mx)

En la presente investigación nos centramos en aquellas variables individuales que han mostrado empíricamente estar asociadas al rendimiento académico, como lo son las condiciones cognitivas que es donde se encuentran las estrategias de aprendizaje, con el fin de poder conocer la relación que existe entre las estrategias de aprendizaje de los estudiantes de la licenciatura en nutrición del Centro Universitario UAEM Amecameca y su Rendimiento académico al terminar el primer semestre de su licenciatura.

Las estrategias de aprendizajes que el estudiante lleva a cabo están relacionadas con la selección, organización y elaboración de los diferentes aprendizajes. Se definen como condiciones cognitivas del aprendizaje significativo. La orientación motivacional da pie a la adopción de metas, que determinan en gran medida las estrategias de aprendizaje que el estudiante emplea y repercuten en su rendimiento académico. La percepción que el estudiante construya sobre factores como la evaluación, el tipo de materia, la complejidad de la materia y el estilo de enseñanza, influyen en las estrategias de aprendizaje (Mayer 1992) El uso de mapas conceptuales, hábitos de estudio horas asignada al estudio, y las prácticas académicas son algunas estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes.

### Descripción del Método

- El trabajo desarrollado; tiene un diseño descriptivo-correlacional que hace uso del método de encuesta.
- Muestra: Participantes. La muestra fue seleccionada de manera intencional, siendo los criterios de inclusión los siguientes: estudiantes de la Licenciatura en Nutrición del C.U. UAEM Amecameca que hayan cursado y concluido el primer semestre. Participaron en total 82 estudiantes.
- Instrumento. Para la recolección de los datos se utilizó la escala de estrategias de aprendizaje del manual para el orientador. México UNAM 2008, citado por Araoz Robles, María Edith. El cuestionario consta de las escalas de estrategias con 79 ítems, con 3 opciones de respuesta que van desde “verdadero” “Falso” “Algunas veces”.

La estructura del cuestionario es la siguiente:

ESCALA	NÚMERO DE ITEMS
Estrategias afectivo sociales	12
Estrategias ambientales	4
Estrategias de organización	24
Estrategia de elaboración simple	10
Estrategia de elaboración compleja	6
Estrategia de autorregulación	18

- Procedimiento: Los alumnos recibieron en sus aulas y en sus horarios de clases los instrumentos precisos para contestar el cuestionario, proporcionados por quien realiza esta investigación. La participación fue voluntaria y los alumnos complementaron el cuestionario incluyendo su nombre en el mismo por los que se les garantizó la confidencialidad de los resultados. También se solicitó la autorización de los H. Consejos Universitarios, Académico y de Gobierno del C.U. UAEM Amecameca para utilizar los datos de la base escolar institucional para consultar el promedio final de las calificaciones de los estudiantes al término del primer semestre de la Licenciatura en Nutrición. Para comprobar la posible relación entre estrategias de aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple con las respuestas verdaderas de cada uno de los estudiantes para los ítems y los promedios de sus calificaciones. Considerándose los porcentajes de las respuestas positivas como variables independientes y como variable dependiente los promedios, ingresando los datos al programa infostad.

Coefficientes de correlación: Se realizó un análisis de correlación de Pearson para el conjunto de variables del estudio. La tabla 1 presenta los coeficientes de correlación del promedio general con cada una de las estrategias de aprendizaje y de las estrategias entre sí.

En rojo se destacan las correlaciones más importantes, resaltando la estrategia de organización en su correlación con la de elaboración simple, con la de elaboración compleja y con la de autorregulación.

*Tabla 1*  
*Correlación de Pearson: Coeficientes y probabilidades*  
*Estrategias*

	afectivo- soci..	ambientales	de organización	de elaboración s.	de elaboración c.	de Autorregula..
afectivo- sociales						
ambientales	-0,07					
de organización	0,33	0,27				
de elaboración simple	0,48	0,42	0,68			
de elaboración compleja	0,30	0,09	0,60	0,44		
de Autorregulación	0,34	0,36	0,63	0,57	0,42	
PROM. GENERAL	0,21	0,20	0,23	0,24	0,28	0,19

***Análisis de regresión lineal múltiple:***

Se llevó a cabo el análisis de regresión múltiple, obteniéndose un valor para el coeficiente momento de Pearson (R) de 0.35, lo que indica una correlación débil del rendimiento académico con el conjunto de estrategias de aprendizaje. Al obtener el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) se tiene un valor de 0.12, lo cual indica que sólo el 12% de la variación en los promedios de los alumnos se explica por los valores obtenidos en sus estrategias de aprendizaje.

Tabla 2

Variable	N	R	R <sup>2</sup>
PROMEDIO GENERAL	82	0.35	0.12

***Coefficientes de regresión y estadísticos asociados***

La tabla 3 muestra los valores estimados para los coeficientes de regresión (Est.). En la columna puede apreciarse que los valores para las estrategias son prácticamente cero (esto confirma el poco impacto de las estrategias en la variación de los promedios). Al aplicar intervalos de 95% para estos coeficientes los límites pasan de valores negativos (LI) a valores positivos (LS) por lo cual se pueden considerar iguales a cero. Los valores de p no son significativos a nivel del 5%. Los valores de la constante (renglón 1) nos da una estimación del 7.77, con un intervalo de 7.35 a 8.19 (promedio de las calificaciones esperadas independientemente de las estrategias de aprendizaje).

Tabla 3

Coef	Est.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
const	7,77	7,35	8,19	36,89	<0,0001
Estrategias afectivo- soci..	0.0023	-0.0042	0,01	0,69	0,4899
Estrategias ambientales	0.0026	-0.0016	0,01	1,23	0,2233
Estrategias de organizació..	0.00001	-0,01	0,01	0,01	0,9900
Estrategias de elaboración..	0.00069	-0,01	0,01	0,20	0,8407
Estrategia de elaboración ..	0.0041	-0.0007	0,01	1,70	0,0924
Estrategias de Autorregula..	-0.00023	-0,01	0,01	-0,06	0,9508

**Conclusiones**

Los alumnos utilizan muy poco las estrategias de aprendizaje para alcanzar buenos resultados en sus unidades de aprendizaje, se presupone que existe la intervención de algunos otros factores, entre ellos el papel del profesor en el aula fomentando el aprendizaje repetitivo y memorístico en donde el alumno no intenta asociar el nuevo conocimiento con la estructura de conocimientos que ya posee, por lo que se produce por medio de asociaciones arbitrarias. Por otro lado también se presupone que el estudiante, a pesar de conocer algunas estrategias de aprendizaje en donde el profesor no tiene intervención como son las estrategias de organización, el no hace uso de ellas, por último, también resulta

interesante resaltar la carencia de estrategias metacognitivas por parte del estudiante y darnos cuenta que a pesar de ello están obteniendo resultados satisfactorios en su rendimiento académico.

### Referencias Bibliográficas

1. Araoz Robles, María Edith. *Estrategias para aprender a aprender: reconstrucción del conocimiento a partir de la lectoescritura*. Pearson Educación, México, 2010.
2. Mayer, 1992 citado por Valle Arias, A., González Cabanach, R., Nuñez Pérez, J., Martínez Rodríguez, S. Pineñor Aguin, I., 1999.
3. Pérez-Luño, A., Ramón Jerónimo, J., Sánchez Vázquez, J. *Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico*. Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide, (2000).
4. Vélez Van, M.A., Roa, N.C. *Factores associated whit academic performance in medical students*. En: PSIC. Educación Médica, 2005.

### Notas Bibliográficas

**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, Lengua y Cultura de América Latina.

**Lino Martínez Rebollar** (Toluca, Estado de México, 1963) es licenciado en Letras Españolas por la Universidad Autónoma del Estado de México, Maestro en Lingüística por la Universidad Nacional Autónoma de México y Estudiante del Doctorado en Lingüística por la Universidad Autónoma de Querétaro. Sus intereses de investigación versan sobre retóricas populares, relato oral, semántica cognoscitiva y literatura en América Latina. Ha publicado los libros *Al calor del tlecuil. Una pequeña muestra de relatos orales del Estado de México* (UAEM, 1994), y *Romances* (PACMYC, 1999). Ha colaborado con artículos en revistas como *La Colmena*, *Artes y después*, *Sodoma*, *El Artista* y *Caminos hacia la equidad*. Integrante del Cuerpo Académico de Literatura, Lengua y Cultura de América Latina.

**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.

## PRÁCTICAS PARENTALES EN NIÑOS CON TDAH

Lic. Juan Manuel Menchaca Montante<sup>1</sup>, Dr. José Francisco Martínez Licona<sup>2</sup>,  
Mtra. María Elena Navarro Calvillo<sup>3</sup> y Lic. Elisa Castro Grespan<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente estudio exploró las prácticas parentales en 5 familias con niños diagnosticados con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) los cuales presentaban altos niveles de sintomatología, partiendo del supuesto de que la sintomatología de TDAH tiene un impacto directo sobre las relaciones que se gestan y se mantienen al interior de la familia. Esta exploración integra la parte inicial de un proyecto de intervención con padres de familia que pretende mejorar las interacciones cotidianas y fortalecer los vínculos de apego entre padres e hijos. Los resultados sugieren que los padres de hijos con TDAH muestran una mayor dificultad para mantener prácticas de disciplina apropiada manteniendo por momentos un modelo de disciplina inconsistente. Lo anterior resalta la importancia de que las intervenciones logren acceder a los diferentes contextos del niño para promover su bienestar y el de su familia.

**Palabras clave**—TDAH, Parentalidad, Crianza, Familia.

### Introducción

En años recientes la concepción sobre el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) ha sufrido modificaciones significativas, las cuales se han visto reflejadas en la Quinta edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) el cual lo define como un “patrón persistente de inatención e hiperactividad que interfiere con el funcionamiento o desarrollo” (American Psychiatric Association [A.P.A.], 2014). Uno de los principales cambios hace referencia a la aceptación del TDAH como un trastorno con herencia poligénica multifactorial (Gonzalez, Bakker & Rubiales 2014), lo anterior implica que diversos factores pueden asociarse con la aparición, el mantenimiento o la exacerbación de los síntomas de TDAH, entre estos factores resaltan no solo los componentes biológicos y genéticos, sino también los sociales, del desarrollo y particularmente el entorno familiar el cual supone el análisis de múltiples factores entre los que se enfatiza la relación entre padres e hijos.

La psicología evolutiva ha explorado particularmente la importancia de la adquisición de habilidades en el niño mediante la conducta y las cogniciones, estos elementos son adquiridos durante el proceso de crianza para el cual los padres son determinantes como promotores de un desarrollo saludable (Sanders, Mazzuchelli, & Studman, 2004). Lo anterior permite afirmar que las familias integran el primer contexto socializador y de aprendizaje en el cual el niño adquiere valores, conocimientos y creencias por medio de los cuales establece sus pautas de relación con la sociedad, estructura sus pensamientos y sentimientos, lo que construye la identidad del niño y lo establece en el contexto donde vive (Gallego, 2012). Lo anterior plantea una particular responsabilidad a los padres ya que mediante sus prácticas y estilos parentales tienen una relación estrecha con el bienestar del menor, esto resalta el apoyo a la parentalidad como una vía prometedora para disminuir los problemas psicosociales en niños y jóvenes (Spijkers, Jansen, de Meer, & Reijneveld, 2010).

De manera que la parentalidad plantea a los padres el desafío de contribuir al bienestar infantil mediante la promoción de buenos tratos, la satisfacción de necesidades y el respeto al menor de manera que predominen las experiencias positivas favoreciendo un desarrollo sano y feliz (Barudy & Dantagnan, 2010), de tal manera que el establecimiento de límites claros y seguros se mantienen como un aspecto crítico hasta la adolescencia tardía donde los jóvenes son capaces de protegerse a sí mismos (Uji, Sakamoto, Adachi & Kitamura, 2014) ya que durante el proceso de crianza resulta fundamental regular las relaciones entre padres e hijos en múltiples aspectos como la sensibilidad a las necesidades del niño, el reconocimiento de su individualidad, la expresión de afecto y el mantenimiento de control (Palacios, Hidalgo & Moreno en Palacios & Rodrigo, 2008), para lograr lo anterior los padres estructuran representaciones mentales que resumen las múltiples prácticas educativas en esquemas prácticos (Gonzalez, Bakker & Rubiales, 2014). Por tal motivo para comprender los procesos mediante los cuales la parentalidad influye en el desarrollo resulta fundamental conocer tanto los estilos parentales y las prácticas

<sup>1</sup> Lic. Juan Manuel Menchaca Montante Alumno de Maestría en Psicología de la Salud Instituto de Investigación y Posgrado Facultad de Psicología U.A.S.L.P. [manuelmenchaca91@gmail.com](mailto:manuelmenchaca91@gmail.com). (Autor correspondiente).

<sup>2</sup> Dr. José Francisco Martínez Licona Profesor Investigador tiempo completo Instituto de Investigación y Posgrado Facultad de Psicología U.A.S.L.P. [jfmartinez@uaslp.mx](mailto:jfmartinez@uaslp.mx).

<sup>3</sup> Mtra. María Elena Navarro Calvillo Profesor Investigador tiempo completo Instituto de Investigación y Posgrado Facultad de Psicología U.A.S.L.P. [maelenanavarro@hotmail.com](mailto:maelenanavarro@hotmail.com).

<sup>4</sup> Lic. Elisa Castro Grespan Alumno de Maestría en Psicología de la Salud Instituto de Investigación y Posgrado Facultad de Psicología U.A.S.L.P. [elisa.castro.grespan@gmail.com](mailto:elisa.castro.grespan@gmail.com).

parentales (Mui, Bowes & Wyver).

Se ha determinado que la presencia del TDAH como un factor que influye directamente sobre el ejercicio de la parentalidad (Yousefia, Far & Abdollahian, 2011) ya que en algunos casos la impaciencia y baja tolerancia a la frustración en el niño promueven respuestas emocionales pobres ante el mal comportamiento del niño (Johnston, Mash, Miller & Ninowski, 2012); entre estas respuestas resaltan una actitud más crítica hacia sus hijos (Gonzalez, Bakker & Rubiales, 2014), el uso de métodos punitivos de control de comportamiento en los niños (Yousefia, Far & Abdollahian, 2011), igualmente las dificultades en el control conductual del niño favorecen la insatisfacción con el rol parental, baja autoestima, frustración, culpabilidad y estrés (Miranda, 2011).

### **Descripción del Método**

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

Existe abundante bibliografía respecto al TDAH, no obstante se observa poca investigación que aborde la relevancia del contexto familiar en niños con TDAH, de igual manera la mayor parte de los estudios buscan determinar relaciones de causalidad entre la familia y la patología, esta investigación considera las prácticas parentales como un moderador de las relaciones familiares y por lo tanto, de la conducta del niño.

#### *Método*

El presente estudio consiste en una evaluación cuantitativa de tipo descriptivo, por lo cual busca describir las características de un fenómeno particular en una población específica (Tamayo, 2009), dicha descripción será realizada haciendo un corte temporal por lo que se eligió un enfoque transversal.

#### *Población*

La muestra se conformó por cinco padres de familia con hijos diagnosticados con TDAH que se encontraban en tratamiento farmacológico y conductual en una clínica privada de la ciudad de San Luis Potosí, se estableció como criterio de exclusión que el niño presentara un nivel alto de sintomatología de TDAH según la escala de Conners. La mayor parte de las familias se estructuraba como monoparental. La población se conformó mayoritariamente (80%) por familias monoparentales en las cuales el niño se encontraba al cuidado de su madre; las madres tenían una edad promedio de 33.4 años y contaban mayoritariamente con estudios superiores (60%), todas se encontraban activas laboralmente. Respecto a los hijos tenían una edad promedio de 6.8 años y contaban mayoritariamente con el diagnóstico de TDAH de tipo combinado (60%), la mayor parte se encontraba cursando la primaria (80%).

#### *Instrumentos*

Para clasificar el nivel de sintomatología presentado por los niños se utilizó la Escala de Conners (Conners, 1989) Versión para padres confiabilizada para padres mexicanos (Hernández-Hernández, Montiel & Martínez, 2014; Lara, De la Peña, Castro & Puente, 1998). De la misma manera se utilizó el Alabama Parenting Questionnaire (Shelton, Frick, & Wootton, 1996) como medida para las prácticas parentales, este instrumento consta de seis dimensiones que evalúan las prácticas parentales en positivas (involucramiento, disciplina apropiada y crianza positiva), además de prácticas negativas (disciplina inconsistente, disciplina severa y pobre supervisión), ha sido validada y confiabilizada en población hispanoparlante (Donnovick & Momenech, 2008) y mexicana (Jane & Wieling 2009).

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

Los resultados muestran que los padres de hijos con TDAH tienen una tendencia a tener un mediano uso de prácticas parentales positivas como la implicación parental, de igual manera se observó una baja incidencia de manejo adecuado de las disciplina; respecto a las prácticas negativas se encontró una elevada incidencia de prácticas inapropiadas de disciplina y una mediana presencia de prácticas de disciplina severas.

#### *Conclusiones*

Esta investigación se propuso conocer las prácticas parentales de cinco padres de familia con hijos diagnosticados con TDAH que presentaban un alto nivel de sintomatología, no obstante cuenta con una limitante para generalizar los resultados a todos los padres con hijos diagnosticados con TDAH debido al tamaño de la población, adicionalmente al explorar solo las prácticas de los padres con hijos que se encontraban en niveles altos de sintomatología se exploraron las prácticas de padres en una situación y contexto específicos.

Los resultados sugieren que los padres con hijos que presentan altos niveles de sintomatología de TDAH presentan una mayor incidencia de prácticas de crianza negativas como lo son la disciplina severa e inconsistente, la cual ha sido ampliamente reportada como una dificultad para los padres de hijos con TDAH alternando comportamientos extremadamente duros o indulgentes (Waite & Russel, 2010) del mismo modo refieren una reducción de prácticas positivas entre las que destaca la disciplina apropiada. Lo anterior sugiere que la



sintomatología de TDAH en los hijos puede actuar como un factor mediador de las relaciones familiares, favoreciendo la presencia de prácticas negativas y la disminución de las prácticas positivas.

Además resalta a los profesionales de la salud y bienestar humanos la importancia del asesoramiento del niño para favorecer su sano desarrollo mediante una parentalidad óptima que tome en cuenta su etapa de desarrollo (Uji, Sakamoto, Adachi & Kitamura, 2014), de tal manera que resulta imprescindible el desarrollo de intervenciones enfocadas en los padres para el manejo del TDAH (Cussen, Sciberras, Ukoumunne & Efron, 2012), dichas intervenciones deben propiciar las buenas prácticas de crianza que actúen como factores protectores para el sano desarrollo del niño.

Otro punto que resulta relevante es la importancia de acceder al contexto familiar para propiciar el bienestar de cada uno de sus miembros, lo anterior indica que favorecer el bienestar de los padres puede ser un medio prometedor para promover el bienestar de los hijos particularmente en hijos con TDAH favoreciendo la práctica eficiente de tareas organizacionales relacionadas a la parentalidad (Johnston, Mash, Miller & Ninowski, 2012).

#### *Recomendaciones*

Resulta fundamental continuar con la investigación en este campo, no obstante siempre deben considerarse el contexto en el que se desarrolla la familia a estudiar ya que al acompañar la familia el desarrollo social puede influirse de la cultura del contexto en el que se desarrolla propiciando ciertos valores, prácticas y pensamientos que se verán reflejados en el ejercicio de la parentalidad y el desarrollo del niño, particularmente en niños con algún padecimiento. Del mismo modo se sugiere considerar la presencia de TDAH en los padres como un elemento mediador en las relaciones familiares, por lo que evaluar la posibilidad de que alguno de los padres padezca TDAH resulta un aspecto altamente relevante dentro de estos estudios. Quedan aún múltiples elementos prometedores en el estudio del TDAH los cuales deben incluir una perspectiva integradora que respete la naturaleza multifactorial del trastorno e incluya a la familia como un factor moderador del comportamiento y el desarrollo infantil y resalte su capacidad formativa y promotora de estados de bienestar. Finalmente resulta primordial recomendar a otros investigadores interesados en el estudio de la familia considerar la importancia de evitar hacer juicios de valor sobre la dinámica familiar ya que debe comprenderse que al ser un contexto primordial de la sociedad actual responde a diversas demandas, sus comportamientos, estructuras y roles se establecen en busca de demandar a las demandas sociales del contexto cronológico y espacial en el que se sitúan.

#### **Referencias**

- American Psychiatric Association [APA] (2014). Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (5º ed.). España: Editorial Médica Panamericana.
- Barudy, J., & Dantagnan, M. (2010). Los desafíos invisibles de ser madre o padre. Barcelona: Gedisa.
- Conners, C. (1989). Conners Rating Scales. Toronto, Ontario: Multi-Health Systems.
- Cussen, A., Sciberras, E., Ukoumunne, O., & Efron, D. (2012). Relationship between symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder and family functioning: a community-based study. *European Journal of Pediatrics*, 171(2), 271-280. doi:10.1007/s00431-011-1524-4.
- Donnovick, M., & Momenech, M. (2008). Parenting Practices Among First Generation Spanish-Speaking Latino Families: A Spanish Version of the Alabama Parenting Questionnaire. *Graduate Student Journal of Psychology*, 10, 52-63.
- Gallego, T. (2012). Familias, infancias y crianza: tejiendo humanidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(35), 63-82.
- Gonzalez, R., Bakker, L., & Rubiales, J. (2014). Estilos parentales en niños y niñas con TDAH / Binding interactions in the childcare system / Interações vinculares no sistema de cuidado infantil. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*(1), 141. doi: 10.11600/1692715x.1217060413.
- Hernandez, A., Montiel, T. & Martínez, J. (2014). Identificación por padres y maestros de síntomas del Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Acta Colombiana de Psicología*, 2 (33). doi:10.14718/ACP.2014.17.2.4.
- Jane, C., & Wieling, E. (2009). Parenting Practices and Child Behavior in Mexico: A Validation Study of the Alabama Parenting Questionnaire. UNIVERSITY OF MINNESOTA.
- Johnston, C., Mash, E. J., Miller, N., & Ninowski, J. E. (2012). Parenting in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clinical Psychology Review*, 32(4), 215-228. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cpr.2012.01.007.
- Lara, M., De la Peña, F., Castro, A., Puente, A. (1998) Consistencia y validez de las subescalas del cuestionario de Conners para la evaluación de psicopatología en niños-versión larga para padres. *Bol Med Hosp Infant*, 55(12) : 712-720.
- Miranda, A. (2011). Manual práctico de TDAH. Madrid: Editorial Síntesis.
- Mui, S., Bowes, J., & Wyver, S. (2009). Parenting Style as a Context for Emotion Socialization. *Early Education & Development*, 20(4), 631-656. doi:10.1080/10409280802541973.

Palacios, J., & Rodrigo, M. (2008). *Familia y desarrollo humano*. España: Alianza Editorial.

Sanders, M., Mazzuchelli, T., & Studman, L. (2004). Stepping Stones Triple P: the theoretical basis and development of an evidence-based positive parenting program for families with a child who has a disability. *29* (3), 265-283.

Shelton, K., Frick, P., & Wootton, J. (1996). Assessment of Parenting Practices in Families of Elementary School-Age Children. *Journal of Clinical Child Psychology*, *25* (3), 317-329.

Spijkers, W., Jansen, D., de Meer, G., & Reijneveld, S. (2010). Effectiveness of a parenting programme in a public health setting: a randomised controlled trial of the positive parenting programme (Triple P) level 3 versus care as usual provided by the preventive child healthcare (PCH). *BMC Public Health*, *10*, 131-136.

Tamayo, M. (2009). *El proceso de la investigación científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación* (5ª edición), México: Limusa. ISBN: 978-607-05-0138-8.

Uji, M., Sakamoto, A., Adachi, K., & Kitamura, T. (2014). The Impact of Authoritative, Authoritarian, and Permissive Parenting Styles on Children's Later Mental Health in Japan: Focusing on Parent and Child Gender. *Journal of Child & Family Studies*, *23*(2), 293-302. doi:10.1007/s10826-013-9740-3.

Waite, R., Russel, J. (2010). Adults with ADHD: Who are we missing? *Issues in Mental Health Nursing*, *31*(10), 670-678. doi:10.3109/01612840.2010.496137

Yousefia, S., Far, A. S., & Abdollahian, E. (2011). Parenting stress and parenting styles in mothers of ADHD with mothers of normal children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *30*, 1666-1671. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.323.



# PORTAFOLIO VIRTUAL DE DOCENTE: UNA PROPUESTA DE MEJORA A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA REFLEXIVA

Marcela Méndez Aguilar<sup>1</sup>

**Resumen**—Este documento muestra los hallazgos de un estudio en curso que siguió una metodología de investigación-acción realizado en la Escuela Normal de Ecatepec, donde se llevó a los docentes a la elaboración de su Portafolio Virtual con el objetivo de entrenarlos a la reflexión de su práctica y mejorar su desempeño. Con esta herramienta, dieron muestra del trabajo que realizan dentro del aula, e iniciaron el proceso reflexivo que permitió encontrar condiciones institucionales, como debilidad en el diagnóstico y en la planeación, ya que estos elementos no son coherentes con los propósitos de la asignatura, ni con las características del contexto. Para el análisis se recuperaron categorías como sistematización, reflexividad, autonomía, praxis, gestión, práctica docente, autoevaluación y mejora continua, entre otros. Los docentes refirieron que este ejercicio les permitió sistematizar su práctica, reflexionar, hacer conscientes los procesos, detectar áreas de oportunidad y generar mejoras en labor diaria

**Palabras clave**— Práctica Reflexiva, Portafolio virtual, Educación Normal

## Introducción

Este documento da cuenta de los hallazgos encontrados en un ejercicio de investigación acción, a partir de un ciclo reflexivo que forma parte de una investigación profunda más amplia y que se encuentra aún en proceso en la Escuela Normal de Ecatepec, en el Estado de México. Esta investigación tiene el objetivo de documentar la experiencia del uso del Portafolio Virtual del docente, describir el proceso de reflexión del docente, encontrar el sentido y el significado que el maestro da a su propia práctica, a la forma en que lleva a cabo los procesos y las transformaciones que se generaron ante la metodología que se le propuso. En la primera parte se describe el objeto de estudio y la metodología utilizada y en la segunda parte de describen las fases del proyecto y los hallazgos en cada una de ellas.

## Descripción del Método

### *Problematización*

La Escuela Normal de Ecatepec (ENE) es una de las 37 Escuelas Normales públicas en el Estado de México y como las demás, hoy atraviesan grandes desafíos. El hecho de que socialmente las expectativas sobre la función docente sean actualmente muy elevadas, obliga a las Escuelas Normales a subir su calidad y proporcionar una formación inicial acorde a las vigentes condiciones del Servicio Profesional Docente.

Acorde a la actual Reforma Educativa, se planteó el *Plan Integral de diagnóstico, rediseño y fortalecimiento de sistema de normales públicas*, en donde se plantea la necesidad de la calidad educativa en estas instituciones, que debe asegurarse y por lo tanto, la de sus profesores, formadores de formadores, lo que implica un doble proceso de capacitación. Los docentes de las Escuelas Normales, no solo deben ser capaces en sus aulas, sino lograr que sus alumnos lo sean después, en el campo educativo en el que estarán insertos, “el propósito fundamental de la transformación de la educación normal, es el fortalecimiento de la formación profesional docente centrada en el aprendizaje de los estudiantes, que asegure la calidad en la educación que impartan las instituciones y la competencia académica de sus egresados” (SEP,2015: 2)

Durante los Foros de Consulta Nacionales para la revisión del modelo educativo de las Normales, de donde se desprende el Plan Integral al que estamos haciendo referencia, se plantea como debilidad la “falta de un modelo que articule las etapas del desempeño profesional” para centrar el análisis de la formación inicial docente y del diseño curricular “a fin de establecer las características del maestro que necesitamos” y que se concrete en los Planes y Programas de estudio de la formación de profesores.

En un diagnóstico en función al ejercicio de la docencia, desde el programa de Seguimiento a la aplicación de Planes y Programas de estudio y desempeño docente<sup>2</sup> se detectaron las siguientes características<sup>3</sup>: Falta de entrega

<sup>1</sup> Marcela Méndez Aguilar es investigador educativo en la Escuela Normal de Ecatepec, Estado de México, [mar\\_04@live.com.mx](mailto:mar_04@live.com.mx)

<sup>2</sup> Este programa es uno de los ocho programas académicos básicos de las escuelas normales, junto con los programas de Académias, Tutoría, Fortalecimiento del idioma inglés, Prácticas Escolares, Evaluación de los aprendizajes, Uso pedagógico de las TIC's y Formación Continua y habilitación de docentes.

<sup>3</sup> Conclusión de la plenaria realizada con docentes y directivos de la ENE, en la Jornada de Planeación 2º. Semestre del Ciclo escolar 2015-2016

en tiempo y forma de lo solicitado, falta de planeación docente, problemas de comunicación, las calificaciones no reflejan el logro de las competencias, las planeaciones son en general, una copia de los planes y programas de estudio. Las estrategias docentes no se ajustan a las condiciones de los alumnos, los docentes realizan ajustes curriculares que no se reflejan en su planificación, ni dan cuenta de ellas, se observa nula sistematización en la práctica docente, hay mucho trabajo que no se ve y muchos proyectos que no lo conoce el docente que los diseña e implementa y no se registra su impacto, no se difunden las actividades que se realizan dentro de las asignaturas, ni dentro de las diferentes licenciaturas.

Ante dicha situación, se planteó como problema **describir los procesos en la elaboración del portafolio virtual de docente que favorecen una práctica reflexiva e inciden en una mejora de la actividad profesional** y se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿de qué forma el uso del portafolio puede promover una actitud reflexiva y crítica de los docentes?, ¿de qué forma se puede favorecer el desempeño docente?

#### *El Método*

La metodología utilizada fue la investigación – acción, Elliott (Citado por Latorre, 1993) la define como «un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma». La entiende, como una reflexión sobre las acciones humanas y las situaciones sociales vividas por el profesorado que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) de los docentes de sus problemas prácticos. Las acciones van encaminadas a modificar la situación una vez que se logre una comprensión más profunda de los problemas. Para Kemmis (1984, citado por Latorre, 1993) la investigación acción es una forma de indagación auto reflexiva realizada por quienes participan en las situaciones para mejorar la racionalidad de, por un lado, a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre las mismas; y finalmente c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan. Por lo tanto, es una intervención en la práctica profesional para generar una mejora.

Para el análisis, se utilizó el paradigma mixto (cuali-cuantitativo). Para Chen y Johnson (2006, citados por Sampieri, 2010), “los métodos de investigación mixta son la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. Éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos. Alternativamente, estos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación.

#### *Referentes Conceptuales*

Para Domingo Roget (2014) “La reflexión nos debe ayudar a entender lo que hacemos a verlo en perspectiva. De ahí que suele exigir momentos de salida de la acción, de descentramiento de uno mismo para convertir lo que somos, lo que pensamos y lo que hacemos en objeto de nuestro propio análisis y valoración” (p. 11), lo que implica que el docente aprende sobre su práctica día a día, hace una valoración de lo alcanzado al terminar su sesión y hace ajustes para su próxima clase en función a la anterior.

Llevar a los docentes por un proceso reflexivo, los lleva a su vez a hacerlo de una forma sistemática y no natural, a organizarlo para darle sentido y justificación a la toma de decisiones. En ese mismo sentido, para Kolb (1984, citado por Domingo Roget, 2014) la reflexión “parte de la experiencia como forma de aprender, es decir, de la acción seguida de la observación reflexiva que lleva a la construcción de conocimiento que se pueda generalizar y su posterior puesta en acción, con el fin de comprobar o poner a prueba su reflexión para ser interpretadas en función de nuevas experiencias” (p.103).

En este sentido, para Avalos y Mecott (2006) “La reflexión se da en el ejercicio de una capacidad de anticipación, de prever las contingencias a raíz de una práctica determinada, en función de las posibilidades que sugieren los contextos mismos, y del conocimiento de los alumnos y de sus procesos de aprendizaje”, lo que deja entrever una relación entre la experiencia del docente y su nivel de reflexión.

En suma, Avalos y Mecott (2006) mencionan que “las características de la reflexión: depende de los contextos, considerados como sistemas abiertos; requiere interdisciplinariedad, para poder identificar múltiples dimensiones, tiempos y movimientos; reconoce la alternancia entre orden y caos; reconoce el valor de la heterogeneidad y de la alternancia, la experiencia del sujeto no sólo es racional: también incluye sus sentimientos y sus valores”, lo que nos lleva a analizar en las evidencias de la práctica la relación entre su historia de vida y sus concepciones, con la forma en que resuelve los conflictos en el aula.

Por lo tanto, se llevó a los docentes a documentar su práctica y dado que la ENE cuenta con docentes veteranos con una vasta experiencia en el nivel de Normales y también novatos con un gran potencial y compromiso por la institución, se observó que los saberes que han adquirido les permiten llevar a cabo procesos de resolución de conflictos, de gestión en el aula y de capacitación continua, que se ven reflejados en la práctica docente y que pocas veces se sistematizan e incluso, pocas veces se reflexiona de manera instrumentada sobre ella.

Para ayudar a desarrollar el proceso reflexivo, existen diversas herramientas, como son el diario de clase, la bitácora, inclusive la encuesta, sin embargo, en los últimos años el uso del portafolio se ha visto fortalecido por sus excelentes resultados (Lyons, 1999, citado por Martín-Kniep, 2001), ya que al ser una herramienta que permite la retrospectiva y la proyección a través de entradas con comentarios o evidencias de las experiencias profesionales, resulta un auxiliar eficaz y completo.

#### El estudio

La realización de un Portafolio del docente favorece la sistematización de la práctica docente. “Los portafolios les permiten a los docentes registrar, evaluar y mejorar su trabajo. Son colecciones de trabajos especializados y orientados hacia un objetivo, que captan un proceso imposible de apreciar plenamente a menos que uno pudiera estar dentro y fuera de la mente de otra persona. Los portafolios convalidan las expectativas actuales y legitiman las metas futuras” (Martín-Kniep, 2001: 17). Para esta autora, las características de un portafolio son: favorecer la autorreflexión, permiten al docente llevar un inventario de su vida profesional para mejorar su forma de enseñar, nos muestran lo que queremos ver y lo que querríamos no ver, permite a los docentes mostrar la amplia gama de conocimientos, destrezas y actitudes pueden dar prueba de sus logros, permiten que el trabajo del docente no se quede en el aislamiento de las aulas, es el mejor medio para tener siempre presentes sus interrogantes, sus metas y las estrategias, por todo ello, tienden a mejorar lo que están haciendo.

El portafolio se realizó en forma virtual, a través de un Site<sup>4</sup>, donde los docentes mejoraron sus habilidades en el uso de Tic's, adentrándolos en la cultura digital, ya que hoy es imprescindible tener conocimientos relacionados con el uso educativo de la tecnología<sup>5</sup>. Algunos estudios como los realizados por la UNESCO (2013), muestran que el uso de las Tic's son tanto una oportunidad como un desafío, pues nos permiten reducir obstáculos de tiempo y distancia, y nos impone la tarea urgente de encontrar para ellas un sentido que permita desarrollarnos como docentes y nos lleva paulatinamente a generar nuevas prácticas educativas.

La propuesta a los docentes se desarrolló apelando a que sean ellos mismos quienes detecten las áreas de oportunidad y generen la mejora continua en su práctica al llevar a cabo un proceso reflexivo y dieran cuenta de los alcances de su asignatura y del logro del aprendizaje de sus alumnos.

Se partió de la premisa de que el docente no mejora su práctica cuando es cuestionado por un igual, porque lejos de recibir el comentario de manera propositiva, suelen recibirlo a la defensiva, se buscó más bien, que sean ellos mismos, quienes detecten sus áreas de oportunidad y propongan la mejora de su práctica, ante el análisis reflexivo.

Por otro lado, fue importante reconocer su experiencia y compromiso, este medio les permitió evidenciar sus logros y resaltarlos por encima de las debilidades o los errores, que finalmente fueron detectados y seguramente serán abordados por el mismo docente.

Para esto se plantearon algunas preguntas indagadoras: ¿cómo puede ayudar el portafolio al mejoramiento docente?, ¿los docentes conocen a sus alumnos?, ¿conocen el plan de estudios en el que trabajan?, ¿es el portafolio una herramienta para la reflexión de su práctica? ¿Le servirá para encontrar sus área de oportunidad y actuar en consecuencia?, ¿cómo planeaban los docentes, cómo lo hacen ahora?.

Se incorporaron aspectos de índole profesional, como su filosofía, sus necesidades de profesionalización, y también su planeación, el contexto en el que trabajan, el diagnóstico de su grupo, sus estrategias de evaluación y la reflexión de su propia práctica docente. Para este portafolio virtual, se elaboró una plantilla que los docentes importaron desde su correo electrónico. Una vez hecho esto, el sitio ya pertenece al docente



Figura 1. Plantilla para elaborar el Portafolio Virtual del Docente

<sup>4</sup> El Site es una herramienta de google, que genera un sitio en internet, similar a una página, pero con plantillas predefinidas y opciones que facilitan su edición. Puede verse tutorial en la liga <https://www.youtube.com/watch?v=PYKyMCeLHtU>

<sup>5</sup> En un estudio previo realizado dentro de la institución, se encontró que el 90% de los docentes utilizan las tecnologías, utilizan computadora o lap top y cuentan con teléfonos inteligentes. Los docentes se encontraban cursando de manera obligatoria el Diplomado de Cultura Digital ofrecido por la UnADM

y puede cambiarle el formato, aumentar secciones, etc. La figura 1 muestra el sitio en que se trabajó<sup>6</sup>. Por lo anterior, en cada uno de los apartados se seleccionó para los docentes alguna lectura, video o recurso sugerido a fin de orientarlos y dar de alguna forma línea institucional, con el objetivo de servirles como guía, principalmente a los docentes jóvenes o que son nuevos en el nivel. Estos recursos no pretendieron ser indicativos, más bien, ofrecieron una guía para quienes no dominan el marco teórico, requieran un recurso de apoyo o deban ser introducidos al nivel.

### Hallazgos

Este proyecto, se realizó en tres momentos:

**PRIMER MOMENTO: INICIO.** Se llevó a cabo durante el primer mes del semestre. Se retroalimentó a los docentes en forma individual y se acompañó a quienes requirieron asesoría técnica.

En esta etapa se obtuvieron los siguientes hallazgos: Por un lado, la disposición de los docentes por el proceso reflexivo: “es un proyecto que engloba lo que se ha venido diciendo”, “si se lo pedimos a los alumnos en sus prácticas, porque no como docentes vamos a entrarle a hacerlo nosotros”<sup>7</sup>. Por otro lado, se hizo evidente la introspección y la toma de conciencia sobre la postura docente: “definir mi filosofía y mi concepción sobre aprendizaje me hizo pensar en toda mi trayectoria”, “definir mi filosofía me hizo analizar mi vida profesional”<sup>8</sup>.

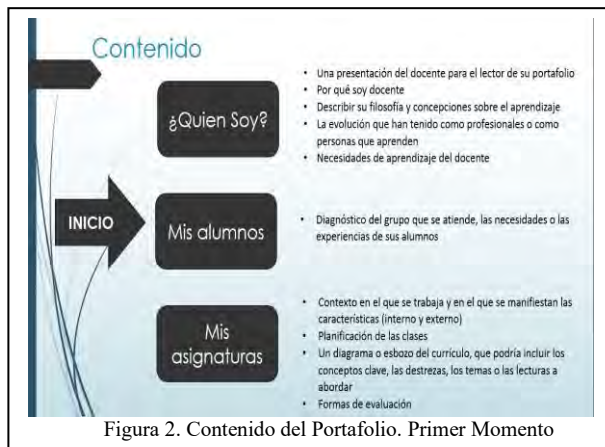


Figura 2. Contenido del Portafolio. Primer Momento

Se observó pertenencia de los docentes a la escuela y la vocación en su labor, en la sección Quién Soy, mostraron orgullo por pertenecer a la ENE, por ser docentes y por el crecimiento profesional que han tenido, la experiencia y la historia de vida de cada uno de ellos se refleja en la forma en que hacen las cosas y en su estilo docente. Fue evidente la necesidad de institucionalización de los maestros, quienes solicitaban se les diera a conocer el estado de su portafolio o el registro de sus avances: “Todos están preocupados pero les gustó ver que los estás revisando”<sup>9</sup>. Hay una relación significativa entre la organización y política institucional con elementos como el nivel de cumplimiento. Hay mucho trabajo de los docentes sin sistematizar, proyectos de asignatura o de licenciatura que no se registran. Se observó una debilidad en el diagnóstico, los docentes en general, describen al grupo pero no obtienen conclusiones profundas, quienes aplicaron uno o varios instrumentos, obtienen conclusiones, pero no hacen uso de esa información para explicar qué pasará con los resultados, es decir, ante los hallazgos cómo modificaron su planeación, qué implicaciones o ajustes curriculares se derivaron de él, o qué actividades agregaron según los resultados o cómo van a subsanar las deficiencias encontradas. Los docentes realizan el diagnóstico del grupo con tres objetivos distintos: conocer los conocimientos previos de la asignatura, conocer los estilos de aprendizaje o la forma en que los alumnos usan la información y saber si el ambiente del grupo es propicio para el trabajo colaborativo, así como características de tipo social y emocional.

En esta parte, los docentes adjuntaron su planeación semestral de la asignatura, se les solicitó con las características de una planeación argumentada, encontrando debilidades en este rubro importantes, entre ellas, que no consideran los elementos del diagnóstico para seleccionar las estrategias o para realizar adaptaciones curriculares, quedando solo como el cumplimiento de un requisito. Las estrategias, no son en general acordes a la metodología del curso, ni a los propósitos o competencias a alcanzar, éstos últimos, tampoco están vinculados con las estrategias de evaluación. Se encontró en general, que el docente adapta el curso, la metodología y la estrategia a su propio

<sup>6</sup> Esta plantilla puede consultarse en la liga <https://sites.google.com/site/portafoliodeldocenteene/>, para lo cual se ofreció a los docentes un manual para elaborar su portafolio, puede consultarse en la liga <https://drive.google.com/open?id=0B-3ZwFQYUXGuNjhuMXVDeCIZam8> y la opción de un video tutorial para el manejo de un site, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=PYKyMCELHtU>, se realizaron cursos, talleres y conferencias de capacitación referidos a: Planeación Didáctica Argumentada, Práctica reflexiva, Sistematización de la Práctica

<sup>7</sup> Comentarios hechos por los docentes

<sup>8</sup> Comentarios hechos por los docentes

<sup>9</sup> Comentario vertido por la Coordinadora de Formación Inicial



estilo de enseñanza y no a las características del contexto o de los alumnos y su forma de aprender o sus intereses, esto es, aplican las mismas estrategias y los mismos instrumentos de evaluación a todos sus grupos y materias.

**SEGUNDO MOMENTO: INTERSEMESTRAL.** Se propuso al terminar el primer periodo de evaluaciones, buscando generar un primer acercamiento al proceso reflexivo. Los docentes realizaron una relatoría de una experiencia exitosa. Para ellos, es exitosa aquella experiencia en la que por un lado, se lograron los objetivos planeados para la actividad, las cosas sucedieron según lo previsto, o los alcances superaron las expectativas; además, se consideró exitosa cuando lograron un entendimiento con los alumnos, no solo a nivel cognitivo, sino a nivel emocional, en todas las experiencias redactadas, los docentes aluden a la actitud de los alumnos y a haberse sentido “satisfechos” o “contentos” al terminar la clase.



Figura 3. Contenido del Portafolio. Segundo Momento

Este momento en especial, resultó complicado para los docentes, porque para ayudarles a reflexionar sobre su práctica, se realizó una encuesta a los alumnos, quienes hicieron notar algunas debilidades dentro del aula, principalmente, señalaron el abuso de una sola estrategia (exposición por parte de los alumnos, uso de videos, uso de presentaciones, discurso docente), en general, fueron mejor evaluados quienes diversifican sus estrategias y aquellos que tienen una actitud favorable con el grupo y/o logran un ambiente de comprensión y tolerancia, sin embargo, los estudiantes identificaron a aquellos docentes a quienes les falta ser más formales y a quienes les falta dominio en la asignatura, o dejan tareas innecesarias, y/o no siguen el programa. Se confirmó también que los docentes no dieron a conocer a los alumnos el proceso de diagnóstico y sus resultados o la forma en que éstos serían subsanados o aprovechados para el logro de los objetivos o propósitos de la asignatura.

Finalmente, se mostró debilidad en el manejo teórico de la metodología reflexiva y por lo tanto, las propuestas de mejora y de reorientación de la práctica suelen aludir al “deber ser” y no a hallazgos sistematizados o reales.

**TERCER MOMENTO: FINAL** Este momento se llevó a cabo al final del semestre, una vez obtenidas las evaluaciones finales o globales, buscando que el docente tuviera elementos suficientes para valorar el logro de los objetivos, del perfil de egreso, las competencias alcanzadas y su relación con los parámetros e indicadores de la educación básica.



Figura 4. Contenido del Portafolio. Tercer Momento

Hubo resistencia por parte de los docentes para video grabar su clase, aludiendo a cuestiones de tiempo, pero también al miedo por el uso de la información y por sentirse exhibidos, dicen reconocer sus debilidades, pero no desean exponerlo ante los demás compañeros, fue notorio un clima de desconfianza ante subirlo en internet y exponerse al juicio público. Sin embargo, accedieron a la fotografía o a subir alguna evidencia del trabajo realizado, principalmente, trabajos de los alumnos o eventos exitosos.

Los docentes reconocieron en la opinión de los alumnos, aspectos que ellos mismos han observado en su práctica, sin embargo, no coinciden en su mayoría con el aspecto de la actitud en el grupo, pues justifican sus acciones en un sentido pedagógico, incluyendo aquellas referidas a la organización o a aspectos de criterio en la evaluación.

Se observó que los docentes veteranos no cambian su forma de dar las clases, han desarrollado una habilidad para ajustarse a las formas<sup>10</sup> en cuanto a lo que se les pide, pero realmente, hacen uso de su experiencia. Los

<sup>10</sup> Por la forma, me refiero a características establecidas por la institución al presentar su planeación, sus exámenes o sus proyectos; pero también a la forma de hacer las cosas, lo que implica elementos del curriculum institucional, los usos y costumbres de la institución.

docentes novatos tienen debilidades de forma y debilidades conceptuales, pero se muestran dispuestos al cambio y al aprendizaje.

En cuanto al nivel de cumplimiento, se observó una relación directa con el estilo directivo, esto es, cumplían de manera parcial hasta que en reunión se les daba a entender la entrega de una invitación por escrito, también algunos docentes mostraron de alguna forma su sentir con la escuela a través del portafolio, comentarios como “si no hay internet, cómo lo subimos” o “no tenemos aula de maestros, no tengo dónde trabajarlo”, muestran que lejos de la imposibilidad de trabajar el portafolio (que incluso podrían desde su celular), lo que era evidente era la queja a otras peticiones no atendidas<sup>11</sup>.

Este ejercicio permitió a los docentes sistematizar su práctica y saber qué espera la escuela de su ejercicio docente; “es una ventana donde se asoman los directivos a mi aula”, “me gustó porque siempre había dado mis clases así, nunca había hecho un diagnóstico, no lo había considerado importante hasta ahora”, “no me había dado cuenta de que si hago adaptaciones curriculares y que hago muchas cosas extra”, “todo lo hacía, pero ponerlo en el portafolio, me ayudó a pensar las cosas”<sup>12</sup>. Los docentes hicieron adecuaciones y cambios a sus estrategias, según el avance que han tenido “ya los llevo una vez a la semana al centro de cómputo y otro a la biblioteca, porque en el diagnóstico resultó que el 50% tienen problemas económicos y no tienen internet, además se les hace menos monótona la clase que al inicio del semestre”<sup>13</sup>.

Este ejercicio es a su vez, un ejercicio reflexivo para la Escuela Normal, se encuentra en el análisis de la información de manera más profunda y en un segundo ciclo reflexivo con un nuevo *site*, que considera los comentarios de los docentes y busca facilitarles el proceso reflexivo de su práctica docente y con ello, facilitar el logro del perfil de egreso, se incluyeron además cursos sobre el diagnóstico escolar, nuevamente la práctica reflexiva y evaluación, cuyo avance será valorado en un segundo trabajo de investigación.

### Comentarios Finales

Actualmente, la ENE continúa con esta propuesta y se sigue documentando, se dará cuenta de ella posteriormente. Hemos encontrado que la docencia a nivel superior, tiene sus particularidades, entre ellas, la trayectoria de los docentes que llegan al nivel y las concepciones bajo las que desarrollan su práctica docente. Se está trabajando también en un instrumento de autoevaluación de la práctica docente y mejorando el uso del portafolio virtual como una propuesta para la práctica reflexiva y la mejora continua.

### Referencias

Avalos Rogel, Alejandra y Mecott, Martha (2006). “La construcción de una praxeología de la formación docente en un programa de formación profesionalizante dirigido a maestros normalistas con un enfoque de la docencia reflexiva”. Memorias IX COMIE, disponible en <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/at15/PRE1178926826.pdf>

Domingo Roget, Ángeles (2014). “La práctica reflexiva”. Madrid, Narcea

Latorre (1993). “La investigación-acción”. España, Grao

Martin-Kniep, Giselle O. (2001). “Portafolios del desempeño de maestros, profesores y directivos, la sabiduría de la práctica”. México, Paidós

Sampieri (2010). Metodología de la Investigación. México, Mc Graw Hill

UNESCO (2013). Enfoques estratégicos sobre las TIC’s en Educación en América Latina y el Caribe. Chile, OREALC/UNESCO

SEP(2015). Plan Integral De Diagnóstico, Rediseño Y Fortalecimiento Para El Sistema De Normales Públicas. Disponible en [http://www.modeloeducativo.sep.gob.mx/files/base\\_educacion\\_normal.pdf](http://www.modeloeducativo.sep.gob.mx/files/base_educacion_normal.pdf)

### Notas Biográficas

La Mtra. **Marcela Méndez Aguilar** es Investigador Educativo en la Escuela Normal de Ecatepec, cuenta con 27 años de servicio en instituciones públicas, ha sido Subdirectora Escolar en educación básica y fue Coordinadora General de la Subdirección Regional Texcoco. Actualmente cursa el Doctorado en Educación.

<sup>11</sup> Conclusión obtenida por la subdirectora académica

<sup>12</sup> Comentarios hechos por los docentes en un instrumento de evaluación del impacto del proyecto

<sup>13</sup> Comentario realizado por un docente



# Análisis comparativo entre los lenguajes de programación: Netbeans Y Python

L.I.A. María de los Ángeles Méndez Aguilar<sup>1</sup> [men-agui@hotmail.com](mailto:men-agui@hotmail.com)

Víctor Manuel Ortiz Rodríguez<sup>2</sup> [victor7rodriguez6@gmail.com](mailto:victor7rodriguez6@gmail.com)

Luis Gerardo Román Sánchez<sup>3</sup> [aspen16.rs@gmail.com](mailto:aspen16.rs@gmail.com)

Víctor Jadiel Mendoza Mendoza<sup>4</sup> [C.ronaldo\\_chinaco@hotmail.com](mailto:C.ronaldo_chinaco@hotmail.com)

**Resumen-**En la presente investigación damos a conocer el análisis comparativo, realizado entre los lenguajes de programación Netbeans, yPython se presenta un marco de referencia, el cual está integrado por un marco teórico, en este se menciona las características que contiene cada uno de los lenguajes, a analizar estas son: compatibilidad con sistemas operativos, plataforma, facilidad de uso, costo y popularidad.El objetivo es determinar, que lenguaje es más conveniente para los estudiantes. Se tiene como hipótesis que el mejor lenguaje es Netbeans por su contenido, en cuanto a herramientas (compatibilidad con sistemas operativos, plataforma, facilidad de uso, costo y popularidad) convirtiéndolo así en el lenguaje más interactivo y dinámico.

## Introducción

El proyecto denominado “Análisis comparativo entre los lenguajes de programación entre, Netbeans y Python”, tiene por objetivo Determinar que lenguaje es mejor desde sus características y cuál es el más utilizado en la comunidad del instituto tecnológico de la ciudad de Comitán Chiapas, para dar a conocer las características y fomentar la buena elección de un lenguaje, mediante una investigación documental y análisis de las características y la aplicación de encuestas.

Nuestra hipótesis es comprobar que el mejor lenguaje de programación Netbeans contiene una gama de características y herramientas lo cual lo convierte en un lenguaje más interactivo y dinámico, al realizar con precisión la encuesta, el análisis y observar detallada los resultados se llega a la conclusión que el mayor porcentaje de los encuestados utilizan este lenguaje, por consiguiente es considerado el mejor en la Comunidad Tecnológica.

También se encuentra cada una de las gráficas de dichos resultados donde se observa con certeza el porcentaje de las características que la Comunidad Tecnológica le asignado cada una de ellas, y podrá visualizar que Netbeans ha obtenido el porcentaje más colosal, para ser considerado el mejor lenguaje en la Comunidad Tecnológica.

## Descripción del Método

Reseña de las dificultades de la búsqueda

Una de las dificultades importantes es analizar detalladamente el contenido de la información ya que en la actualidad es mucha, y las actualizaciones son y versiones son constantes.

Métodos de Recolección de Datos:

Encuestas, Artículo de internet y la consulta de una revista digital.

Importancia:

Es de gran importancia realizar esta investigación ya que muchas de las personas que hacemos uso de los leguajes de programación no tomamos en cuenta las características que nos ofrece cada lenguaje, para poder elegir el lenguaje que más nos conviene, al momento de programar. Además es importante para nosotros saber que lenguaje de programación es el más utilizado por compañeros alumnos del Instituto Tecnológico de Comitán.

Análisis:

Para la presente investigación “Análisis comparativo entre los lenguajes de programación entre, Netbeans y Python” se tomarán en cuenta las siguientes características para determinar cuál es el mejor lenguaje:

- Compatibilidad con sistemas Operativos

<sup>1</sup> L.I.A. María de los Ángeles Méndez Profesora del Instituto Tecnológico de Comitán [Chiapas.men-agui@hotmail.com](mailto:Chiapas.men-agui@hotmail.com)

(Autor corresponsal)

<sup>2</sup> Víctor Manuel Ortiz Rodríguez<sup>2</sup> es Alumno del Instituto Tecnológico de Comitán, [victor7rodriguez6@gmail.com](mailto:victor7rodriguez6@gmail.com)

<sup>3</sup> Luis Gerardo Román Sánchez<sup>3</sup> es Alumno del Instituto Tecnológico de Comitán, [aspen16.rs@gmail.com](mailto:aspen16.rs@gmail.com)

<sup>4</sup> Víctor Jadiel Mendoza Mendoza<sup>4</sup> es Alumno del Instituto Tecnológico de Comitán, [C.ronaldo\\_chinaco@hotmail.com](mailto:C.ronaldo_chinaco@hotmail.com)

- Plataforma
- Facilidad de uso
- Costo
- Popularidad

Con respecto a NetBeans se identificaron las siguientes características:

#### COMPATIBILIDAD CON SISTEMAS OPERATIVOS:

- Microsoft Windows XP Professional SP3/Vista SP1/Windows 7 Professional/Windows 8/Windows 10  
Procesador: Intel Pentium III o equivalente a 800 MHz. Memoria: 512 MB. Espacio en disco: 750 MB de espacio libre en el disco
- Ubuntu 9.10: Procesador: Intel Pentium III o equivalente a 800 MHz. Memoria: 512 MB. Espacio en disco: 650 MB de espacio libre en el disco
- Solaris OS versión 10 (SPARC): Procesador: UltraSPARC II a 450 MHz. Memoria: 512 MB. Espacio en disco: 650 MB de espacio libre en el disco
- Solaris OS versión 10 (x86/x64 Platform Edition): Procesador: AMD Opteron serie 1200 a 1,8 GHz. Memoria: 512 MB. Espacio en disco: 650 MB de espacio libre en el disco

Macintosh OS X 10.5 Intel: Procesador: Intel Dual-Core (32 o 64 bits). Memoria: 512 MB. Espacio en Disco: 650 MB de espacio libre en el disco  
Se sabe que el IDE NetBeans puede ejecutarse en otras Distribuciones de Linux, como Oracle Enterprise Linux 5.

(Netbeans, 2012)

#### PLATAFORMA:

Framework está simplificando el desarrollo de aplicaciones para escritorio Java Swing. El paquete de NetBeans IDE para Java SE contiene lo que se necesita para empezar a desarrollar plugins y aplicaciones basadas en la plataforma NetBeans; no se requiere un SDK adicional. La plataforma ofrece servicios reusables comunes para las aplicaciones de escritorio, permitiendo a los desarrolladores centrarse en la lógica de sus aplicaciones. Algunas de las características de la aplicación son:

- Gestión de la interfaz de usuario ( menús y barras de herramientas )
- Gestión de configuración de usuario
- Gestión de almacenamiento ( guardar o cargar algún tipo de dato )
- Gestión de ventana
- Marco Asistente ( soporta diálogos para a paso )
- Librería visual de Netbeans
- Herramientas de desarrollo integrado

NetBeans IDE es libre, código abierto, multiplataforma con soporte integrado para el lenguaje de programación Java. (wikipedia, 2008)

#### FACILIDAD DE USO:

- Simplifica alguna de las tareas que, sobre todo en proyectos grandes, son tediosas
- Nos asiste (parcialmente) en la escritura de código, aunque no nos libera de aprender el lenguaje de programación
- Nos ayuda en la navegación de las clases predefinidas en la plataforma (miles)
- Aunque puede ser costoso su aprendizaje, los beneficios superan las dificultades

(Jhon Dean, Raymond Dean, 2009)

#### COSTO:

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE2 es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. NetBeans es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Micro Systems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos (Actualmente Sun Microsystems es administrado por Oracle Corporation). (Wikipedia, 2013)

#### POPULARIDAD:

Java es un lenguaje de programación muy popular, usado por desarrolladores para crear aplicaciones web o móviles. Desarrollado por James Gosling para Sun Microsystems en 1995, la popularidad de Java ha crecido mucho con los

años. Esto se debe, principalmente, a que el lenguaje Java le ofrece a los desarrolladores una sencilla solución orientada a objetos. Hoy en día es fácil convertirse en un programador de Java. (Desarrollador Java, 2010)

### **Python**

#### COMPATIBILIDAD CON SISTEMAS OPERATIVOS:

Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX.(Wikipedia, 2014)

#### PLATAFORMA:

Multiplataforma. Hay versiones disponibles de Python en muchos sistemas informáticos distintos. Originalmente se desarrolló para Unix, aunque cualquier sistema es compatible con el lenguaje siempre y cuando exista un intérprete programado para él. Hay versiones disponibles de Python en muchos sistemas informáticos distintos. (Miguel Alvarez, 2003)

#### FACILIDAD DE USO:

Python se ha vuelto popular en los últimos tiempos, por la facilidad para desarrollar en plataformas nativas (Windows, Linux, OSx, etc.), la sencillez del lenguaje, los tipos de datos, etc.

- Sintaxis limpia y legible
- Capacidad de Introspección
- Orientación a Objetos bastante intuitiva
- Soporte de paquetes en jerarquía
- Manejo de errores basado en excepciones
- Tipos de datos dinámicos de alto nivel
- Extensa librería y módulos third-party
- Se pueden escribir nuevos módulos fácilmente en C, C++ (en Java -Python- y .NET -IronPython-)
- Python puede incluirse en aplicaciones que necesitan una interfaz programable.

(Cristalab, 2010)

#### COSTO:

Es administrado por la Python Software Fundación. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1. (Wbe2py, 2013)

#### POPULARIDAD:

En los últimos años el lenguaje se ha hecho muy popular, gracias a varias razones como:

- La cantidad de librerías que contiene, tipos de datos y funciones incorporadas en el propio lenguaje, que ayudan a realizar muchas tareas habituales sin necesidad de tener que programarlas desde cero.
- La sencillez y velocidad con la que se crean los programas. Un programa en Python puede tener de 3 a 5 líneas de código menos que su equivalente en Java o C.
- La cantidad de plataformas en las que podemos desarrollar, como Unix, Windows, OS/2, Mac, Amiga y otros.4.-Además, Python es gratuito, incluso para propósitos empresariales.

(RolandoTorrez, 2006)

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Figura 1. Grafica evaluación de los lenguajes

En la Figura 1 podemos observar que el lenguaje de programación Netbeans tiene el porcentaje más alto que se encuentra denotado por el color azul, al momento de evaluarlo como excelente mientras que Python tiene una menor escala.

### Conclusiones

El resultado que se obtuvo nos indica que el mejor lenguaje de programación para la Comunidad Tecnológica de Comitán en cuanto a las características evaluadas es netbeans.

De acuerdo a la información recabada del análisis de la investigación de campo, se da a conocer que nuestra hipótesis estaba en lo correcto.

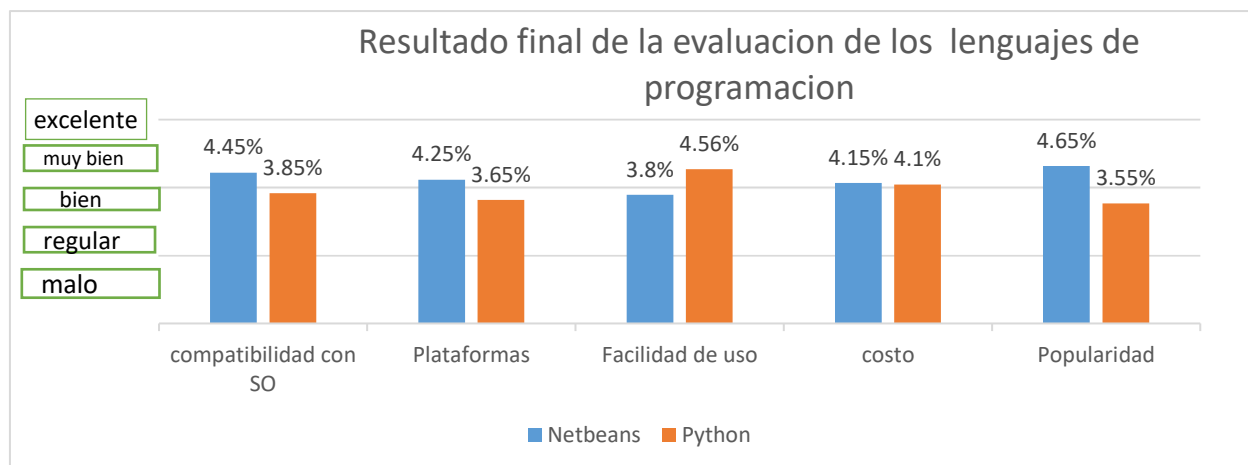
La comunidad tecnológica definió a Netbeans como el mejor lenguaje conforme a las siguientes características:

- Compatibilidad con sistemas operativos.
- Plataforma.
- Facilidad de uso.
- Costo.
- Popularidad.

Cumpliendo así con el objetivo: Determinar que lenguaje es mejor desde sus características y cuál es el más utilizado en la comunidad del instituto tecnológico de la ciudad de Comitán.

### Recomendaciones

Conforme a los resultados obtenidos el lenguaje de programación a recomendar es Netbeans.



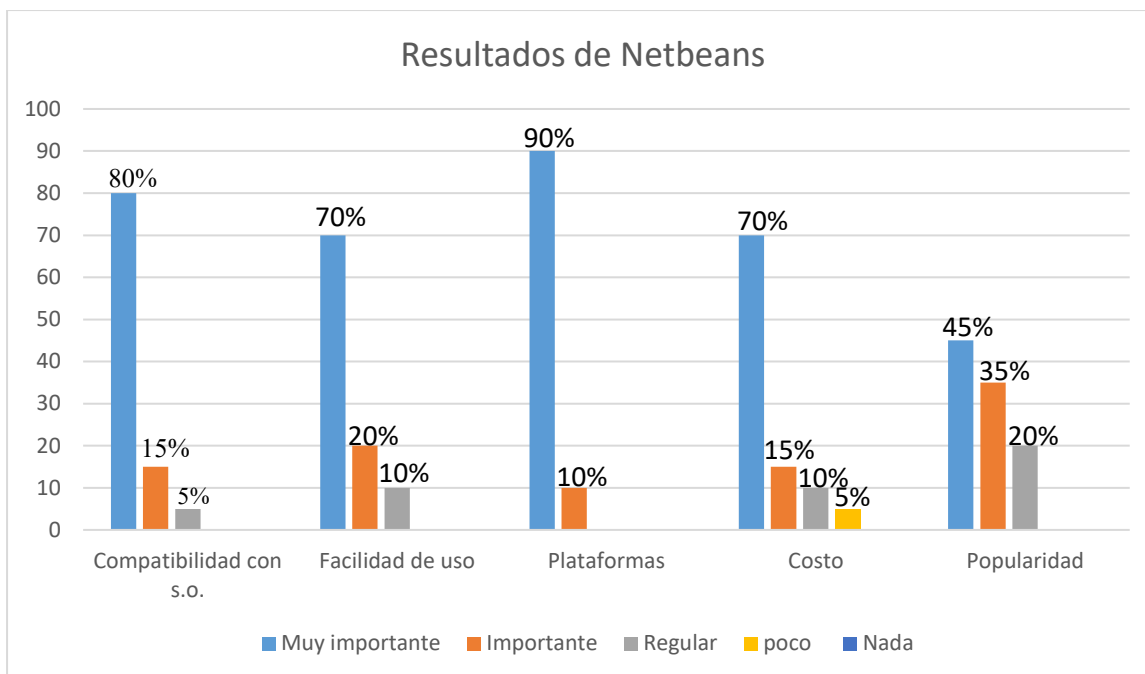


Figura2. Grafica de resultados de Netbeans recomendados

Aquí se presentan los resultados sobre qué características considera la comunidad del Tecnológico de Comitán más importante al momento de elegir un lenguaje de programación.

#### REFERENCIAS

- Cristalab** Cristalab [En línea]. - 23 de agosto de 2010. - 27 de octubre de 2015. - <http://www.cristalab.com/tutoriales/tutorial-basico-de-python-c90356/>.
- Desarrollador Java** Como convertirte en un desarrollador de java de primer nivel [En línea]. - 20 de junio de 2010. - 27 de octubre de 2015. - <http://es.wikihow.com/convertirte-en-un-desarrollador-de-Java-de-primer-nivel>.
- Jhon Dean, Raymond Dean** Introduccion a netbeans [Sección de libro] // Introduccion a netbeans / aut. libro Jhon Dean Raymond Dean. - Mexico D.F : Ms Graw hill, 2009. - Vol. 1.
- Miguel Alvarez** Desarrollo web [En línea] // Desarrollo web. - 10 de noviembre de 2003. - 27 de octubre de 2015. - <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1325.php>.
- netbeans** [En línea]. - mayo de 2012. - 27 de octubre de 2015. - [netbeans.org/community/releases/69/relnotes\\_es.html](http://netbeans.org/community/releases/69/relnotes_es.html).
- Netbeans** sistemas operativos [En línea]. - Netbeans, 03 de mayo de 2012. - 27 de octubre de 2015. - [https://Netbeans.org/community/releases/69/relnote\\_es.html](https://Netbeans.org/community/releases/69/relnote_es.html).
- RolandoTorrez** Python [En línea] // Python. - 02 de septiembre de 2006. - 27 de octubre de 2015. - <https://mail.python.org/pipermail/python-es/2006-September/014153.html>.
- Wbe2py** Wbe2py [En línea]. - 17 de noviembre de 2013. - 27 de octubre de 2015. - <http://www.web2py.com/books/default/chapter/36/02/el-lenguaje-python>.
- wikipedia** wikipedia [En línea]. - wikipedia, 21 de mayo de 2008. - 27 de octubre de 2015. - <https://es.wikipedia.org/wiki/NetBeans>.
- Wikipedia** Wikipedia [En línea]. - Wikipedia, 7 de noviembre de 2013. - 27 de octubre de 2015. - <https://es.wikipedia.org/wiki/NetBeans>, [2015, 27 de octubre].
- Wkipedia** Wikipedia [En línea]. - Wikipedia, 06 de julio de 2014. - 27 de octubre de 2015. - <https://es.wikipedia.org/wiki/Python>.

#### APENDICE

##### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Qué tan importante consideras los lenguajes de programación Netbeans y Python?
2. ¿Cómo consideras el lenguaje de Netbeans, con respecto a compatibilidad, facilidad de uso, plataformas, costo, y popularidad?
3. ¿Cómo consideras el lenguaje Python, con respecto a compatibilidad, facilidad de uso, plataformas, costo, y popularidad?
4. ¿Cómo evaluarías de manera general los siguientes lenguajes y Netbeans?
5. ¿Qué lenguaje de programación prefieres?

# RECORRIDO VIRTUAL AL PUEBLO MÁGICO DE TLATLAUQUITEPEC DEL ESTADO DE PUEBLA BAJO EL CONCEPTO DE REALIDAD AUMENTADA

MSC José Miguel Méndez Alonso<sup>1</sup>, MSC Luis Alberto Espejo Ponce<sup>2</sup>,  
MSC Yareny Rivera García<sup>3</sup>

**Resumen**— En la actualidad, la realidad aumentada juega un papel importante en la difusión de información. Aunado a ello, el uso de dispositivos móviles hoy día se ha incrementado velozmente, por lo cual, la unificación de la realidad aumentada en aplicaciones móviles son un nuevo canal para proporcionar información y difusión de contenidos a través de la superposición de información digital de manera intuitiva, rápida e interactiva. Por ende, en este trabajo se plantea el desarrollo de una aplicación móvil basada en realidad aumentada para que sea empleada como un sistema de difusión de información turística. Para ello inicialmente, se aplicarán filtros de brillo y contraste a la imagen. Después aplicamos una técnica de suavizado para eliminar el ruido de la imagen. Posteriormente aplicamos una red neuronal para identificar la región de interés. Finalmente, empleamos Unity3d sobre la región de interés para superponer información digital a la imagen.

**Palabras clave**— Realidad aumentada, ROI, segmentación, móvil.

## Introducción

Hace un par de años el sobreponer información digital sobre un objeto sin alterar las propiedades de su entorno era básicamente imposible. Hoy día, esto es posible a través de realidad aumentada. La realidad aumentada, es un conjunto de programas informáticos que mezclan información virtual como lo son imágenes en 2D, texto o figuras en 3D, en un escenario físico real. (S. Cawood y M. Fiala, 2008) (O. Bimber y R. Rakar, 2005)

Actualmente, la realidad aumentada es una tecnología emergente que juega un rol importante en diversos rubros de la sociedad tales como: comercio, educación y turismo. En nuestro caso en particular, nos centramos en el sector turístico para presentar información digital de monumentos, edificios históricos y lugares ecoturísticos.

Para superponer información digital sobre un objeto son necesarios dispositivos con alto volumen en resolución y poder de cómputo; siendo un reto el desplegar este tipo de información en un dispositivo móvil.

El presente trabajo, consiste en desarrollar una aplicación móvil basada en realidad aumentada, para que sea empleada como herramienta de apoyo para visualizar lugares ecoturísticos, monumentos y edificios históricos del pueblo mágico de Tlatlauquitepec, Puebla en un plano bidimensional.

## Descripción del Método

Para el desarrollo de la aplicación móvil basada en realidad aumentada, como herramienta de apoyo en la visualización de lugares ecoturísticos, monumentos y edificios históricos en un plano bidimensional, se empleó la técnica markerless de visión por computador.

A continuación mostramos el método descriptivo del desarrollo de la aplicación móvil expuesta en cuatro fases; así como el diagrama empleado tal y como se ilustra en la figura 1.

Inicialmente, consiste en aplicar filtros de brillo y contraste a la escena para mejorar su calidad. Después se deberán aplicar técnicas de suavizado para eliminar el ruido de la imagen. En la tercera fase se aplicará una red neuronal para segmentar la región de interés; tomando en consideración los siguientes factores de afectación opacidad, refracción, radiosidad y sombreado. Finalmente, en la cuarta fase se empleará el SDK de vuforia unity3d de realidad aumentada sobre la región de interés para superponer información digital a la imagen en un plano bidimensional a fin de realizar el despliegue de la imagen aumentada en un dispositivo móvil.

<sup>1</sup> El MSC José Miguel Méndez Alonso es Profesor de Ingeniería Informática en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Zacapoaxtla, Puebla. [jmmendezalonso@hotmail.com](mailto:jmmendezalonso@hotmail.com)

<sup>2</sup> El MSC Luis Alberto Espejo es Profesor de Ingeniería Informática en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Zacapoaxtla, Puebla.

<sup>3</sup> La MSC Yareny Rivera García es Profesora de Ingeniería Informática en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Zacapoaxtla, Puebla.





Figura 1. Diagrama de metodología de aplicación móvil basada en realidad aumentada.

Enseguida se describen a mayor detalle las fases empleadas en el proceso de desarrollo de la aplicación móvil.

#### *Primera fase:*

El proceso inicia en alojar la imagen en la nube considerando los siguientes parámetros: Transparencia, color y sombra. Posteriormente se extrae la imagen de la nube desde un ordenador con la finalidad de mejorar la calidad de la imagen y desplegarla en un dispositivo móvil. Para llevar a cabo este proceso es de suma importancia mencionar que deben aplicarse filtros de contraste y de dominio de la frecuencia sobre la imagen.

#### *Segunda fase:*

En esta fase, se aplica la Transformada de Fourier para el suavizado de la imagen. El suavizado de la imagen consiste en, reducir la cantidad de variaciones de intensidad entre píxeles vecinos. Aquí se emplea un filtro pasa banda de Fourier, para atenuar frecuencias altas o bajas manteniendo una banda de rango medio. Debido a que es un método fácil de asociación del concepto de frecuencia con ciertas características de una imagen.

#### *Tercera fase:*

En esta etapa se aplican dos algoritmos para segmentar la imagen, uno para localizar la zona de interés conocida comúnmente como ROI y otro para segmentar la región de no interés usualmente también denominada No-ROI. En este caso particular se propone utilizar como algoritmo de segmentación una red neuronal, para segmentar la zona ROI de la imagen. Debido a que es un algoritmo de aprendizaje supervisado que permite segmentar zonas ROI, mediante datos de entrenamiento de una forma eficiente.

Es sustancial señalar que a diferencia de la zona de interés, la región No-ROI es un segmento de la imagen que no es empleada para superponer información digital. Por lo cual, proponemos utilizar el algoritmo SPIHT (Conjunto Particionado en Árboles Jerárquicos) basado en *Wavelets*; debido a que es rápido e ideal en zonas de No\_ROI (Sandoval y Acevedo, 2008). Además que proporciona buena calidad de imagen, alta PSNR (Relación Señal a Ruido de Pico), es sencillo de cuantificar y presenta codificación/ decodificación rápida (Centro de Procesamiento de Imagen Investigación, 2013).

#### *Cuarta fase*

Finalmente para concluir el proceso de desarrollo de la aplicación expuesta, se propone emplear en esta fase, la técnica *markerless* de realidad aumentada, debido a que las aplicaciones principales de esta técnica se centra en identificar un gran número de objetos en tiempo real.

La técnica de *markerless* consiste en superponer información digital sobre una imagen u objetos, mediante el uso de los marcadores del GPS y la brújula de los dispositivos móviles. Una vez realizado el proceso de las cuatro fases descritas se obtiene como resultado final, una aplicación móvil basada en realidad aumentada para que sea empleada como herramienta de apoyo en la difusión de información digital turística de monumentos, edificios históricos y lugares ecoturísticos.

Es de suma importancia mencionar que para el despliegue de la imagen en nuestra aplicación móvil, se propone emplear cómputo en la nube. El cómputo en la nube es un conjunto de servidores conectados a través de internet. En nuestro caso en particular se expone utilizar una nube pública para alojar las imágenes y a su vez realizar el proceso de superponer información digital. La nube es empleada como una arquitectura cliente/servidor empleando una conexión a internet para acceder a ella. Donde las peticiones deben ser realizadas desde un dispositivo móvil empleando un servicio Web a través de internet para realizar conexión con la nube y con ello obtener el despliegue de la imagen en el dispositivo móvil. El propósito primordial de emplear el cómputo en la nube es obtener escalabilidad.

### Comentarios Finales

#### *Conclusiones*

Es de suma importancia señalar que en el sector turístico es necesario cambiar el paradigma tradicional de como mostrar la información al usuario y convertir su interacción de usuario pasivo a usuario activo. Por ende el desarrollo e implementación de este trabajo, se centra en una aplicación móvil basada en realidad aumentada para que sea empleada como herramienta de apoyo en la difusión de información digital turística de monumentos, edificios históricos y lugares ecoturísticos.

#### *Recomendaciones*

Es sustancial señalar las siguientes recomendaciones si desea enfrentar un problema similar como al aquí expuesto. Inicialmente se deben tomar en consideración las siguientes características: La transparencia, el color y la sombra.

De igual manera se recomienda que para el despliegue de la información digital superpuesta en dispositivos móviles estos deben contar con requerimientos mínimos en resolución de 720 x 1280 y un tamaño mayor o igual a 7 pulgadas para tener una mayor apreciación visual.

### Referencias

Centro de Procesamiento de Imagen Investigación (CIPR), (24 de octubre 2013), In en el Instituto Politécnico Rensselaer (RPI), Fecha de consulta 20:41pm 08/03/2014 Desde <http://www.cipr.rpi.edu/research/SPIHT/>

Mario Sandoval Olivé, Dra. María Elena Acevedo Mosqueda, " Algoritmo de compresión de imágenes de alta resolución sin pérdidas", Instituto Politécnico Nacional, 2008.

O. Bimber y R. Rakar, "Spatial Augmented Reality. Merging Real and Virtual Worlds", 2005.

S. Cawood, M. Fiala, y M. Fiala, "Augmented Reality: A practical guide", 2008.

# LA PROBLEMÁTICA FISCAL PARA LAS PYMES EN SECTOR COMERCIAL

Mtra. Marisela Méndez Balbuena<sup>1</sup>, Mtro. Ener Rafael Padilla Carrasco<sup>2</sup> Mtra. Mtra. Mercedes Rosales Morales<sup>3</sup>,  
Mtro. Francisco Javier Reyes Rodríguez<sup>4</sup>, Estudiante Julio Antonio Calleja Gómez<sup>5</sup>

**Resumen.** La falta de asesora especializada y el desconocimiento de un régimen fiscal adecuado para las pymes, son una problemática muy seria, ya que es la base para lograr una economía sana en las mismas. Para las pymes resulta necesariamente indispensable conocer los cambios que sufren en nuestro país los regímenes fiscales, ya que estos establecen las bases sobre las cuales dichas empresas contribuyen al gasto público mediante sus impuestos. Razón por la cual el cambio de régimen actual obliga a cada empresa a contar una asesora profesional lo cual le permitirá establecer una correcta planeación fiscal de acuerdo a las necesidades de cada una de ellas. Ya que en varias ocasiones se ha observado que las pymes que no cuentan con tal asesora han presentado problemas muy considerables en materia fiscal como son auditorías externas, multas excesivas, y embargos, que en muchos de los casos contribuyen a la quiebra o extinción de las mismas.

**Palabras clave:** *Empresas pyme, Problemática, Fiscal, Régimen, Sector*

## Introducción

Son muchos los problemas que enfrentan las, Pequeñas y Medianas empresas en México, siendo entre los principales, los económicos, fiscales mercadológicos, administrativos, tecnológicos y culturales todos estos afectan a la empresa ya que en muchas ocasiones son los detonantes para que muchas de ellas no logren subsistir.

En la actualidad las PyMEs en México constituyen el 97% del total de las empresas, generadoras de empleo del 79% de la población y generan ingresos equivalentes al 23% del Producto Interno Bruto (PIB), lo anterior es una clara señal de que debemos poner atención a este tipo de empresas y verlas como lo que en realidad, son la base de la economía mexicana, para ellas el tema fiscal es muy importante ya que en muchas ocasiones la parte impositiva y la complejidad de los impuestos han hecho que muchas de ellas no permanezcan en el mercado. Haciendo con ello que los nuevos negocios trabajen en la informalidad, y esto le causa al país un grave problema en cuanto a la economía, ya que el Gobierno Federal deja de percibir ingresos por el rubro de impuesto que no se generan.

Por esta razón se debe evaluar la forma en que las Pymes dan cumplimiento fiscal a sus obligaciones así como los ventajas que les pueden generar el Régimen Fiscal en el que se encuentran tributando o en su caso lo inconveniente que pudiera resultar el que se encuentren en Régimen Fiscal apropiado. Así como también cual es el

<sup>1</sup> M. A. Marisela Méndez Balbuena es docente de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Autor Corresponsal), Puebla, [mmb292002@yahoo.com.mx](mailto:mmb292002@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> M.A Ener Rafael Padilla Carrasco es docente de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Puebla, [erpadillac@prodigy.net.mx](mailto:erpadillac@prodigy.net.mx)

<sup>3</sup> Mtra. Mercedes Rosales Gómez es docente de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Puebla [aabogada.mercedes@gmail.com](mailto:aabogada.mercedes@gmail.com)

<sup>4</sup> Mtro. Francisco Javier Reyes Rodríguez es docente de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Puebla [jfrodriguez@yahoo.com.mx](mailto:jfrodriguez@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup> C. Julio Antonio Callejas Gómez, es estudiante de la licenciatura de Administración de Empresas de la Facultad de Administración de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Puebla [acg88oe@gmail.com](mailto:acg88oe@gmail.com)

papel que tiene el Servicio de Administración Tributaria ante las PyMES para que estas puedan enfrentarse con los cambios constantes que se promueven a través de la Reforma Fiscal.

## MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio de las PyMES, puede abordarse a través de diferentes procesos y procedimientos de investigación, de los cuales se procederá a aplicar los siguientes:

- La investigación analítica-descriptiva, reseña las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio, seleccionando las características, las partes, categorías o clases de dicho objeto.
- De igual manera en la investigación se utilizará una técnica extensiva la cual incluye análisis de múltiples tipos de fuentes de datos, tales como: encuestas y entrevistas a personas relevantes para la investigación, documentos diversos, archivos e información física.
- Esta investigación se torna Explicativa porque a lo largo ésta, se buscará encontrar algunas respuestas sobre la problemática fiscal a las que se enfrentan a las PyMES, de acuerdo a las características propias de cada una de ellas; así como de la elección de estrategias fiscales que les permita cumplir con sus obligaciones, generando con ello un impacto positivo en cuanto a su permanecía, desarrollo y crecimiento en el mercado.

### Aspectos conceptuales claves para la aplicación de la investigación.

#### Fases y herramientas de la investigación

Fases	¿Qué hacer?	¿Qué herramientas utilizar?
I	Se obtuvo un directorio de SIEM y se diseñó una encuesta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de información a través de 95 encuestas aplicadas a dueños y/o administradores de PyMES</li> </ul>
II	Se tomó una muestra representativa del total de la población de PyMES del registro del sistema empresarial mexicano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizaron las siguientes operaciones: codificación de datos, elaboración de base de datos, y captura de información de encuestas.</li> </ul>
III	Se analizaron los datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtuvieron gráficas y porcentajes.</li> </ul>
IV	Conclusiones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En base a los resultados</li> </ul>

### Resultados de la Investigación

**Para la realización de la presente investigación se eligieron Pymes del sector comercial de la Ciudad de Puebla tomando como base la información que nos proporciona el Sistema de Información Empresarial Mexicano, (SIEM) la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Se realizaron 95 encuestas dirigidas a los dueños y socios de las Pymes, posteriormente se realizó un análisis de la información obtenida mediante el vaciado de las encuestas para graficar los resultados de los cuales se desprende lo siguientes:**

Del total de las empresas encuestadas el 60.0% respondieron conocer el régimen fiscal en el que tributan y el 40% mencionaron que no conocen el régimen fiscal en el que tributan y 81.05% mencionaron que si cumplen con sus obligaciones fiscales y el 18.95% dijo que no cumplen en tiempo y forma con sus obligaciones fiscales; el 53.4% de los que la respondieron son propietarios de la misma y 46.6% son administradores; la edad promedio de ellos es de 29 a 59; del total de las pymes encuestadas el 74.74% mencionaron que cuentan con los servicios de un contador y el 24.21 dijo que no; el 66.32% dice que su contador lo mantiene informado y 29.47% dijo que no; el 27% dijo que las reformas fiscales les han beneficiado y el 56.84% dijo que no ha tenido ningún beneficio; 8.42% de las encuestas mencionaron que la asesoría que brinda el SAT es buena, y el 18.84% dijo que se mala y 66.32% es regular; el

32.63% consideran que el estar inscritos el SAT les ayuda a obtener más clientes, el 47.37% considera que no le ayuda a obtener nuevos clientes y el 15.79% dicen que en algunas ocasiones; el 77.89% de los encuestados mencionaron que si confían en su contador y el 18.95% no confían y el 3.16% no contestaron; el 46.32% mencionaron que han sido sujetos de auditoría, 52.63% mencionaron que no y el 1.05% no contestaron; el 52.63% mencionaron que cuentan con software para llevar su contabilidad y el 41.05% mencionaron que no, y el 6.32% no contesto.

PREGUNTA	SI	NO	No contestó
Conocen el régimen fiscal en el que tributan	60%	40%	
Cuenta con un software especializada de contabilidad	52.63%	41.05%	6.32%
Su contador lo mantiene informado sobre los cambios fiscales	66.32%	29.47%	0.00%
Consideran que estar inscritos en el SAT les ayuda a obtener clientes	32.63%	47.37%	15.79%
Cumple en tiempo y forma con el cumplimiento de sus obligaciones fiscales	81.05%	18.95%	0.00%

	Buena	Mala	Regular
¿Cómo consideran que es la asesoría que brinda el SAT	8.42%	18.84%	66.32%

### Conclusiones

Los resultados de esta investigación reflejan que los empresarios conocen el régimen fiscal en que tributan y esto les permite cumplir en tiempo y forma con sus obligaciones fiscales, la mayoría de ellos cuentan con los servicios profesionales de un contador, porque consideran que la asesoría que brinda de SAT es confusa, así mismo opinan que la información que les brinda su contador no es suficiente ante los constantes cambios fiscales. Sin embargo les preocupa mucha su situación actual ya que consideran que el aspecto fiscal es un factor clave para que su empresa funcione de manera eficiente dentro del marco legal.

En cuanto a la reforma fiscal la mayoría considera que no ha habido beneficios ya que para muchos de ellos aún no cuentan con software especializados en el manejo de la contabilidad, internet y páginas WEB, esto los pone en total desventaja ya que hoy en día es una obligación para los contribuyentes emitir facturas electrónicas. De esto se desprende que hoy en día muchas Pymes están siendo auditadas de manera electrónica y el SAT cuente con todos los elementos para realizarla en cualquier momento.

Por otra parte los empresarios opinaron que el estar inscrito en el SAT no genera nuevos clientes, por esta razón algunos de ellos prefieren trabajar en la informalidad, evitando con ello trámites complejos y tardíos.

### Referencias Bibliográficas

1. Barragán, J. et al. (2002): Administración de las pequeñas y medianas empresas, retos y problemas ante la nueva economía global. México: Trillas.
2. Ángeles, H., (2007). PyMES., Grupo editorial Isef México:
3. Anzola, R., (2010). Administración de pequeñas empresas. México: McGraw Hill.
4. García, F., (2008). Las MiPyMES en el estado de Puebla. Buap, México.

5. Mercado, S., (2004). Administración de pequeñas y medianas empresas. Pac com México.
6. Salazar, L., (2010). Como iniciar una pequeña empresa. Patria., México.

### Referencias Electrónicas

1. [www.siem.gob.mx](http://www.siem.gob.mx)
2. [www.sat.gob-mx](http://www.sat.gob-mx)



## CERRAJERO AUTOMOTRIZ DE EMERGENCIA

M. C. Ramiro Méndez Gómez<sup>1</sup>, Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda<sup>2</sup>, M. C. Miguel Villano Arrellano<sup>3</sup>, Ing. Jorge Ramiro Méndez Cruz<sup>4</sup>, Ángel Balderas Méndez<sup>5</sup>

**Resumen**— Los vehículos automotrices son el principal medio de transporte terrestre, los encontramos en calles, carreteras, caminos, y muchos otros lugares del planeta, apoyando al ser humano en el traslado de materiales o personas, siendo el medio más eficiente para realizar dichas tareas en forma rápida.

En la actualidad, los avances tecnológicos son muy variados y presentan grandes beneficios para la industria automotriz, éstos evolucionan rápidamente, quedando en desventaja todos aquellos vehículos que no cuentan con ellos.

El proyecto propone la incorporación de un sistema, que permite la apertura de puerta(s) de cualquier vehículo, en caso de que las puertas se encuentren cerradas y con los seguros puestos, sea por descuido o por accidente, si las llaves se quedaran adentro, o porque se hubieran extraviado. Quedando el conductor en una situación verdaderamente indeseable. Se propone la apertura de puertas mediante control electrónico inalámbrico, ya que su instalación resulta relativamente económica.

**Palabras clave**— cerrajero, automotriz, emergencia, celular.

### Introducción

Al paso del tiempo, las empresas automotrices desarrollan nuevas tecnologías para sus vehículos aportando con ello mayor confort y mayor seguridad al momento de conducirlos, minimizando el posible riesgo de fallas de operación y exigiendo el mínimo esfuerzo para manejarlos. En la actualidad el equipamiento en los vehículos es tan sofisticado, que es difícil pensar que se lleguen a cerrar las puertas con las llaves en el interior del auto, sea en el switch, en algún asiento o en el piso; sin embargo, es posible que suceda en un gran número de vehículos, ya sea por descuido del conductor, por error involuntario de otras personas o por accidente. Existe también la posibilidad de que se lleguen a extraviar las llaves. En el caso de que alguna de las situaciones planteadas con anterioridad, se llegarán a presentar, el conductor se vería en una situación verdaderamente indeseada. La situaciones presentadas anteriormente se agravan cuando sucede, por ejemplo en una isla de gasolinera ocasionando pérdidas de comisiones al despachador, de ventas al dueño, molestias a los clientes que están haciendo fila para ser atendidos y por supuesto al conductor, ya que a la situación incómoda que está viviendo, hay que agregarle que debe buscar una pronta solución al problema, sea ir por el duplicado o por un cerrajero que logre abrir el vehículo, tomando en consideración que cada vez es más difícil abrirlos. Pero la situación se complica más cuando se suscita en lugares desconocidos, lejanos al lugar de residencia o deshabitados, ya que no se sabe en dónde buscar un cerrajero o simplemente no hay en varios kilómetros a la redonda.

A lo anterior hay que agregar los posibles daños que le ocasionen a las cañuelas al momento de insertar los instrumentos que utilizan para intentar abrir la puerta y aunado a todo lo anterior, los honorarios del cerrajero, los cuales en vehículos de un modelo relativamente recientes, son verdaderamente significativos, dependiendo del lugar en donde se presente el evento.

En el presente trabajo de investigación se propone una posible solución a la situación presentada con anterioridad, buscando ser viable en cuanto a lo económico, como en lo funcional, trátase de cualquier tipo o modelo de vehículo por abrir.

### Marco teórico

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes

<sup>1</sup>El M. C. Ramiro Méndez Gómez es profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla; México. [mendezgr@yahoo.com.mx](mailto:mendezgr@yahoo.com.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda Es profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla; México [gapercas@yahoo.com](mailto:gapercas@yahoo.com)

<sup>3</sup> El M. C. Miguel Villano Arrellano es profesor de Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla; México. [villanofavorio52@hotmail.com](mailto:villanofavorio52@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Ing. Jorge Ramiro Méndez Cruz es Consultor independiente, en Tehuacán, Puebla; México. [jorgemendez99@hotmail.com](mailto:jorgemendez99@hotmail.com)

<sup>5</sup> El C. Ángel Balderas Méndez es alumno del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla; México. [angel\\_balderas16@hotmail.com](mailto:angel_balderas16@hotmail.com)

principales: Parte de Mando y Parte Operativa, y un sistema de control (Herricko, S/a) tal como se ilustra en la figura 1.

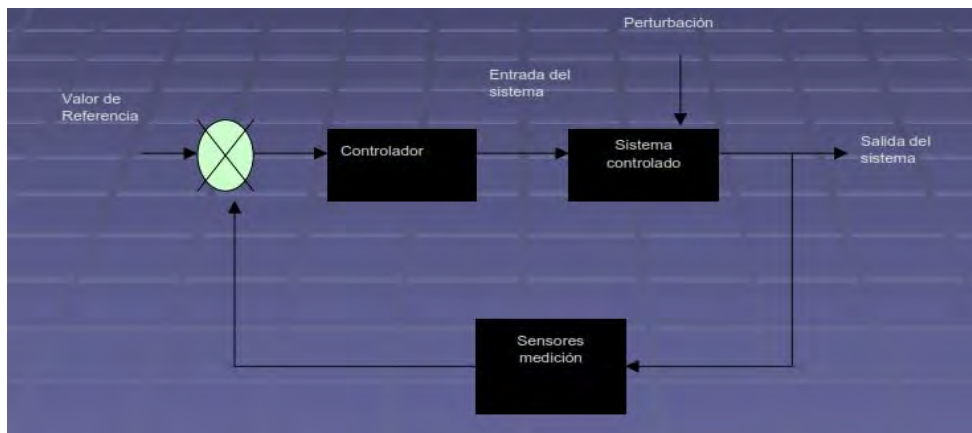


Fig. 1 Componentes principales de un sistema automatizado.

### Comunicación inalámbrica (Wireless)

La tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica (espectro), de uso libre o privada para transmitir datos o señales entre dispositivos. Las condiciones de libertad de uso han propiciado que el número de equipos que utilizan las ondas para conectarse a través de redes inalámbricas, haya crecido notablemente.

Las comunicaciones inalámbricas, al igual que las alambradas, siempre corren el riesgo de interferencias no accidentales. Existen equipos que permiten encriptar la información de forma que los datos viajen de manera segura pues en el aire cualquier persona podría tener acceso a las señales.

### TIPOS DE RED INALÁMBRICA

Las redes inalámbricas se pueden clasificar en diferentes tipos:

**WPAN: Wireless Personal Area Network.** En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en Home RF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); ZigBee (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías por su bajo consumo); RFID (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio (Consinfín, 2012).

El alcance típico de este tipo de redes es de unos cuantos metros, alrededor de los 10 metros máximo. La finalidad de estas redes es comunicar cualquier dispositivo personal (ordenador, terminal móvil, PDA, etc.) con sus periféricos, así como permitir una comunicación directa a corta distancia entre estos dispositivos.

**WMAN: Wireless Metropolitan Area Network.** Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMAX que es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda.

También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

**WWAN: Wireless Wide Area Network.** Una WWAN difiere de una WLAN (Wireless Local Area Network) en que usa tecnologías de red celular de comunicaciones móviles como WiMAX (aunque se aplica mejor a Redes WMAN), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), GPRS, EDGE, CDMA2000, GSM, CDPD, Mobitex, HSPA y 3G para transferir los datos. También incluye LMDS y Wi-Fi autónoma para conectar a internet. La figura 2 muestra las diferentes tipos de redes existentes en el mercado.

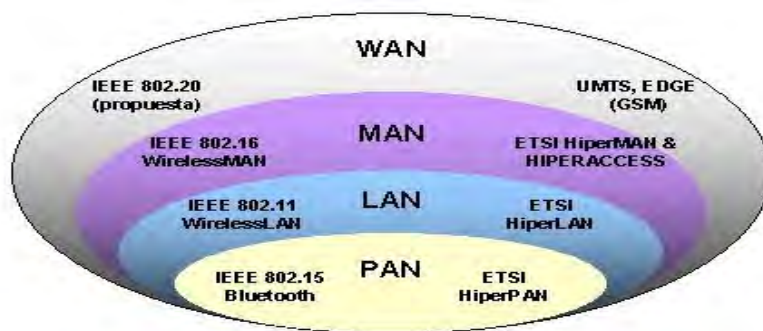


Fig. 2 Muestra la existencia y posicionamiento de los estándares Wireless

**BLUETOOTH**

Bluetooth es una red de área personal inalámbrica (WPAN), de corto alcance, que se utiliza para conectar dispositivos entre sí sin una conexión por cable. Su objetivo es transmitir datos entre equipos con circuitos de radio de bajo costo, a través de un rango aproximado de diez a cien metros, dependiendo de la clase y potencia del dispositivo, utilizando poca energía (Benchmark, 2016).

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles, impresoras o cámaras digitales.

El estándar Bluetooth define 3 clases de transmisores, cuyo alcance varía en función de su potencia radiada, tal como se ilustra en el cuadro 1.

Clase	Potencia (pérdida de señal)	Alcance
I	100 mW (20 dBm)	100 metros
II	2,5 mW (4 dBm)	15-20 metros
III	1 mW (dBm)	10 metros

Cuadro 1. Diferentes clases de Bluetooth, sus alcances y su potencia.

Bluetooth puede transmitir datos a velocidades de aproximadamente 1 Mbps, que corresponde a 1600 saltos por segundo, con un alcance de aproximadamente diez metros cuando se utiliza un transmisor clase III, de 10 a 20 metros con uno clase II, y de un poco menos de cien metros cuando se utiliza un transmisor clase I.

El estándar Bluetooth, del mismo modo que Wi-Fi, utiliza la técnica FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum, en español Espectro Ensanchado por Saltos de Frecuencia), que consiste en dividir la banda de frecuencia de 2.402 - 2.480 GHz en 79 canales (denominados saltos) de 1MHz de ancho cada uno y, después, transmitir la señal utilizando una secuencia de canales que sea conocida por el emisor así como el receptor.

Por lo tanto, al cambiar canales con una frecuencia de 1600 veces por segundo, el estándar Bluetooth puede evitar la interferencia con otras señales de radio.

*Principio de comunicación*

El estándar de conexión Bluetooth se basa en el modo de operación maestro/esclavo. El término "piconet" se utiliza para hacer referencia a la red formada por un dispositivo y todos los dispositivos que se encuentran dentro de su rango. Pueden coexistir hasta 10 piconets dentro de una sola área de cobertura.

Un dispositivo maestro se puede conectar simultáneamente con hasta 7 dispositivos esclavos activos (255 cuando se encuentran en modo en espera). Los dispositivos en una piconet poseen una dirección lógica de 3 bits, para un máximo de 8 dispositivos. Los dispositivos que se encuentran en el modo en espera se sincronizan, pero no tienen su propia dirección física en la piconet.

El dispositivo maestro sólo puede conectarse con un solo esclavo al mismo tiempo. Por lo tanto, rápidamente cambia de esclavos para que parezca que se está conectando simultáneamente con todos los dispositivos esclavos.

Bluetooth permite que dos piconets puedan conectarse entre sí para formar una red más amplia, denominada "scatternet", al utilizar ciertos dispositivos que actúan como puente entre las dos piconets, como se muestra en la figura 3.

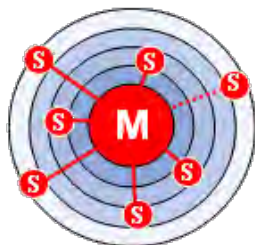


Figura 3 Representación Piconet (maestro/esclavo) de un Bluetooth.

#### *Establecimiento de Conexión*

El establecimiento de una conexión entre dos dispositivos Bluetooth sigue un procedimiento relativamente complicado para garantizar un cierto grado de seguridad, como el siguiente:

- Modo pasivo.
- Solicitud: Búsqueda de puntos de acceso.
- Paginación: Sincronización con los puntos de acceso.
- Descubrimiento del servicio del punto de acceso.
- Creación de un canal con el punto de acceso.
- Emparejamiento mediante el PIN (seguridad).
- Utilización de la red.

Durante el uso normal, un dispositivo funciona en "modo pasivo", es decir, que está escuchando la red.

El establecimiento de una conexión comienza con una fase denominada "solicitud", durante la cual el dispositivo maestro envía una solicitud a todos los dispositivos que encuentra dentro de su rango, denominados puntos de acceso. Todos los dispositivos que reciben la solicitud responden con su dirección.

El dispositivo maestro elige una dirección y se sincroniza con el punto de acceso mediante una técnica denominada paginación, que principalmente consiste en la sincronización de su reloj y frecuencia con el punto de acceso.

De esta manera se establece un enlace con el punto de acceso que le permite al dispositivo maestro ingresar a una fase de descubrimiento del servicio del punto de acceso, mediante un protocolo denominado SDP (Service Discovery Protocol, en español Protocolo de Descubrimiento de Servicios).

Cuando esta fase de descubrimiento del servicio finaliza, el dispositivo maestro está preparado para crear un canal de comunicación con el punto de acceso, mediante el protocolo L2CAP

#### **Desarrollo del proyecto**

En el desarrollo del proyecto se comenzó por enlistar una serie de actividades que permitieran la consecución del proyecto (objetivos específicos, que estarían alineados al general), para lo cual se elaboró un cronograma de actividades y se supuso, que al cumplir con las actividades listadas, se obtendría como resultado **el prototipo** y solo restaría documentar el proceso seguido para el desarrollo del mismo.

De un inicio, se requirió comprender la estructura que tiene los vehículos para realizar el funcionamiento de bloqueo y desbloqueo de los seguros que contiene en cada puerta. El dispositivo que hace esta función es un actuador mecánico, y mediante un pulso eléctrico se activa un motor el cuál transmite el movimiento a un sistema mecánico de engranes y una cremallera, los cuales transforman el movimiento de giro en lineal provocando un desplazamiento hacia arriba y hacia abajo para impulsar el seguro. En la figura 4 se muestran dichos actuadores seccionados.

Las bobinas del actuador, se alimentan a 12 Vcc que puede ser suministrada por la misma batería que contiene el automóvil; conviene aclarar que se requiere un actuador como el ya mencionado por cada puerta que se desee controlar. Ahora bien, la situación problemática planteada en este proyecto, como ya se mencionó, consiste en controlar el trabajo bidireccional que realiza el pistón mediante comunicación inalámbrica desde un celular Android.

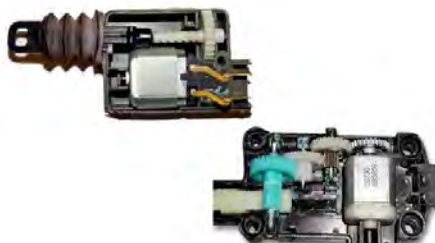


Figura 4 Composición interna de un actuador de seguro

Para desarrollar el proyecto se requirió saber cuál era el software operativo más utilizado para ejecutar aplicaciones de trabajo. Concluyendo que en el 2015 el de mayor utilización fue el Android con un 47.45% del mercado internacional.

Para elaborar la aplicación Android, se requiere una plataforma programable en la que se realiza la estructuración, diseño y creación de aplicaciones para los dispositivos móviles Android, llamada App Inventor.

Esta plataforma se maneja de forma visual, a partir de un conjunto de herramientas básicas, en la que el usuario podrá enlazar una serie de bloques para crear la aplicación.

El editor de bloques de la plataforma App Inventor, utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques. El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en Android utiliza Kawa como lenguaje de programación.

Para acceder a la plataforma se requiere tener o crear una cuenta en Gmail para la creación de aplicaciones, y realizar distintos proyectos. También se puede simular sus aplicaciones de manera inmediata al presentar un dispositivo que contenga el sistema operativo.

Para la simulación se requiere que el dispositivo móvil esté ejecutando la aplicación llamada MIT AI2 Companion, lo que permite la comunicación por internet de la simulación en tiempo real de la aplicación en la que se está trabajando con solo ingresar un código. La aplicación se puede encontrar por medio de PlayStore y la descarga es gratis.

#### *Comunicación inalámbrica del sistema*

El sistema de control, de manera inalámbrica, establece la comunicación con un dispositivo móvil (teléfono celular) para realizar el accionamiento del actuador contenido en el automóvil.

Una forma de comunicar inalámbricamente, es emplear dispositivos Bluetooth, ya que en la actualidad la mayoría o todos los dispositivos móviles del tipo Android lo contienen.

El Bluetooth es una tecnología de red inalámbrica de corto alcance, utilizada para conectar dispositivos entre sí sin conexión a un cable. Este elemento puede transmitir voz o datos entre equipos con circuitos de radio de bajo costo, teniendo un rango aproximado de entre 10 y 100 metros, utilizando poca energía.

Este dispositivo está incluido en el sistema de control, condicionando su estado para la función de receptor de datos, esto significa que obtiene información que envía el emisor siendo el dispositivo móvil quien manda el bloqueo o desbloqueo de seguros. Esto se realiza por medio de un programador que se incluye en el sistema para establecer las instrucciones de programación.

El proyecto está diseñado para lograr comunicación entre el sistema y el dispositivo móvil, el cual se realizó en una aplicación Android que se creó con la programación debida en App Inventor, que incluye funcionalidades y herramientas para la acción requerida del dispositivo.

#### *Costos de producción*

El costo de producción fue de \$1,217.00 M.N. y considerando que dicho precio resultó de la compra de los elementos al menudeo, se estima que el precio real de producción por volumen, sería de aproximadamente de \$480.00 especulando en adquirir el material requerido con proveedores de mayoreo.

### **Resultados**

Como resultado del proyecto se obtuvo un sistema prototipo que permite el desbloqueo de los seguros de las puertas de los vehículos, cuando recibe una señal generada en un teléfono celular tipo android. Dicho sistema se instaló en una vagoneta Voyager típico, y el programa de control con el software requerido para la generación de la señal, en un teléfono androíid.

Para proceder a abrir los seguros del vehículo, se deberá de abrir el archivo correspondiente en el telefono celular, para el cual la aplicación referida se muestra con la forma de un robot en la figura 5, en ese momento empieza a correr la aplicación y aparece el logo de la institución (figura 6) por lapzo de 4 segundos, posteriormente aparece

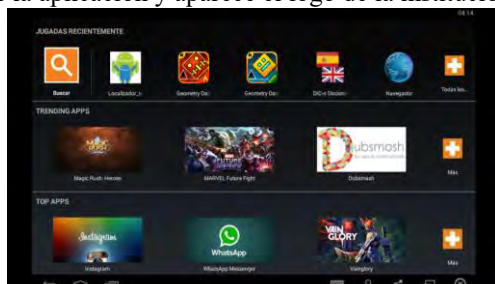


Figura 5 muestra la pantalla de un teléfono celular tipo Android con la aplicación instalada.



Figura 6.a) muestra el primer ícono que paparece el activarse la aplicación, la 6.b) muestra el emblema del 40 aniversario de la Institución.



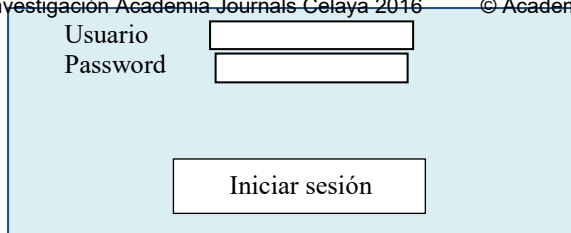


Figura 7 Muestra la pantalla de inicio de sesión



Figura 8 Muestra la pantalla de abrir puerta

la pantalla de inicio de sesión (figura 7) en donde se introduce el nombre del usuario y su password, previamente registrados; al hacer clic en iniciar sesión aparece la pantalla de apertura de puerta (figura 8) y al hacer clic en abrir, los seguros se quitan. Para salir del programa es suficiente hacer clic en el boton desconectar.

### Conclusiones

Realizado el diseño y la construcción del **cerrajero de emergencia inalámbrico**, resultó ser una solución posible y viable para aquellas situaciones en las cuales el usuario llegue a extraviar o deje olvidadas las llaves dentro del vehículo, situación que puede llegar a ser perturbadora, angustiante y por demás incómoda; que puede provocar gastos, pérdida de tiempo e incluso el afectar a terceras personas que no tendrían por qué resultar involucradas y afectadas por la situación mencionada.

Este proyecto busca ser innovador porque al enfocarse a la utilización de conexiones inalámbricas dejando atrás métodos antiguos de uso en automóviles, resulta práctico debido al hecho que cualquier persona con conocimiento del uso de un teléfono móvil con sistema operativo Android puede utilizar este sistema, y también es atractivo en cuestión de utilidades y alcances hacia los usuarios a quienes va destinado este proyecto ya que con tan solo acceder a la aplicación, puede ahorrarse tiempo, situaciones incómodas como las ya planteadas y dinero, también tiene gran potencial de desarrollo y de beneficio social así como económico para el propietario del proyecto, ya que cuenta con un mercado de posibles clientes ilimitado.

### Referencias bibliográficas

- Cardona, Julio Roberto. 2011.** Corto circuito. [En línea] Letrán, S/D de 12 de 2011. [Citado el: 01 de 11 de 2015.] <http://www.cortoc.com/2011/12introduccion.html>. s/n.
- consinfin. 2012.** consinfin.com/comunicaciones/. [En línea] consinfin, s/d de s/m de 2012. [Citado el: 01 de 12 de 2015.]
- Herriko, Euskal. S/a.** <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/>. [En línea] Universidad del País Vasco, S/d de S/m de S/a. [Citado el: 01 de 12 de 2015.] <Http://materiales.fi.uba.ar/7566/Automatización.pdf>.
- UBA. s/a.** Universidad de buenos aires . [En línea] Facultad de Ingeniería, s/d de s/m de s/a. [Citado el: 01 de 11 de 2015.] <http://materias.fi.uba.ar/7566/Automatización.pdf>.
- Wikipedia. S/A.** Wikipedia. [En línea] Arduino, S/D de S/M de S/A. [Citado el: 01 de 11 de 2015.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>. S/N.

### Bibliografía

- Cardona, Julio Roberto. 2011.** Corto circuito. [En línea] Letrán, S/D de 12 de 2011. [Citado el: 01 de 11 de 2015.] <http://www.cortoc.com/2011/12introduccion.html>. s/n.
- consinfin. 2012.** consinfin.com/comunicaciones/. [En línea] consinfin, s/d de s/m de 2012. [Citado el: 01 de 12 de 2015.]
- Herriko, Euskal. S/a.** <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/>. [En línea] Universidad del País Vasco, S/d de S/m de S/a. [Citado el: 01 de 12 de 2015.] <Http://materiales.fi.uba.ar/7566/Automatización.pdf>.
- UBA. s/a.** Universidad de buenos aires . [En línea] Facultad de Ingeniería, s/d de s/m de s/a. [Citado el: 01 de 11 de 2015.] <http://materias.fi.uba.ar/7566/Automatización.pdf>.
- Wikipedia. S/A.** Wikipedia. [En línea] Arduino, S/D de S/M de S/A. [Citado el: 01 de 11 de 2015.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>. S/N.



# LOCALIZADOR VEHICULAR SATELITAL

M. C. Ramiro Méndez Gómez<sup>1</sup>, Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda<sup>2</sup>,  
M. C. Miguel Villano Arellano<sup>3</sup>, Ing. Jorge Ramiro Méndez Cruz<sup>4</sup> y Ángel Balderas Méndez<sup>5</sup>

**Resumen**— El robo de vehículos es un delito difícil de combatir. Se roban todo tipo de vehículos: motocicletas, automóviles, transportes de pasajeros y de carga. Los costos, tanto materiales como psicológicos, son elevados. Este delito además de ser frecuente y dañino, es variado y puede suceder en concurrencia con otros delitos. Se busca que este proyecto sea factible y económico para la sociedad y, que al mismo tiempo, sea una herramienta útil y práctica. Esto ahorrará mucho tiempo en localizar un automóvil o simplemente localizar a un familiar o a un amigo. El propósito de este artículo es presentar una aplicación móvil capaz de localizar vehículos automotores, que sea adaptable a cualquier modelo, independientemente de la marca del automóvil, y que puedan ser monitoreados por medio de un teléfono celular en tiempo real.

**Palabras clave**—localizador automotriz satelital, sistema y sensores GPS, app inventor, sistema operativo Android.

## Introducción

El robo de vehículos y autopartes en México se coloca como el tercer delito más redituable, después del narcotráfico y el contrabando de armas. De acuerdo con el último reporte de cifras de robo de vehículos asegurados, emitido por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), de julio 2010 a junio de 2011 se registró el robo de 62,169 unidades a nivel nacional. El 80% de los vehículos robados con violencia, ocurren comúnmente en nueve entidades federativas. Según las cifras de la AMIS, de los autos asegurados que fueron sustraídos en 2010, sólo fueron recuperados 30 mil 478 unidades (un 48 por ciento de los robos), cifra menos en 4.0 por ciento con relación a un año antes, siendo el tercer año consecutivo de bajas. Con el aumento de robo de vehículos, hoy en día, ha aumentado el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías para burlar cualquier tipo de seguridad privada o pública que se tenga.

Con el fin de reducir el índice delictivo de robo de vehículos se ha diseñado y desarrollado un localizador vehicular satelital con el fin de ayudar a las autoridades o al usuario a encontrar su vehículo en caso de robo. La geolocalización implica el posicionamiento que define la localización de un objeto en un sistema de coordenadas determinado por las coordenadas angulares latitud (norte o sur) y longitud (este u oeste). Dentro de la telefonía celular, la plataforma más accesible en el mercado para utilizar e implementar esta herramienta en la plataforma Android. La aplicación App Inventor es la más accesible y cumple con las características necesarias para desarrollar el localizador.

## Descripción del Método

### *Diseño del localizador vehicular*

Para lograr el objetivo del proyecto, se realizó una investigación amplia sobre la geolocalización. Para la modelación del software se tomó de referencia el sistema que utilizan los sensores GPS para determinar su ubicación. Estos sensores se enlazan por medio de la red a tres o más satélites GPS para poder determinar una ubicación precisa formando una triangulación de señales (figura 1).

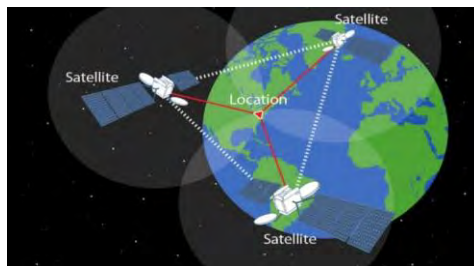


Figura 1. Triangulación GPS para una excelente ubicación

<sup>1</sup> M. C. Ramiro Méndez Gómez es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.  
[mendezgr@yahoo.com.mx](mailto:mendezgr@yahoo.com.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.  
[gapercas@yahoo.com](mailto:gapercas@yahoo.com)

<sup>3</sup> M. C. Miguel Villano Arellano es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.  
[villanofavorito52@hotmail.com](mailto:villanofavorito52@hotmail.com)

<sup>4</sup> Ing. Jorge Ramiro Méndez Cruz es Ingeniero y Empresario [jorgemendez99@hotmail.com](mailto:jorgemendez99@hotmail.com)

<sup>5</sup> Ángel Balderas Méndez es Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.  
[angel\\_balderas16@hotmail.com](mailto:angel_balderas16@hotmail.com)

Para lograr la localización del automóvil las 24 horas se necesitará de un emisor, el cual se encargará de enviar su ubicación constantemente. Para poder visualizar las ubicaciones es necesario tener un receptor que obtenga la información del emisor y a su vez su ubicación para permitir el trazado de la ruta en Google Maps. Es necesario que los dispositivos estén siempre comunicados. La figura 2 muestra la forma en que se basó el desarrollo del proyecto.



Figura 2. Funcionamiento óptimo del sistema

Se requiere tener una plataforma o dominio en Internet. La App Inventor cuenta con una herramienta predestinada para esta función. Después de seleccionar la plataforma más apropiada y accesible, se desarrolló el software a utilizar en el teléfono celular. Se necesitó de dos software, el primero, encargado de enviar las coordenadas a una base de datos en Internet para poder ser leídas (emisor); mientras que el segundo programa recibirá las coordenadas y permitirá al usuario trazar el recorrido que puede realizar para llegar al vehículo (receptor). La figura 3 muestra un diagrama de flujo correspondiente al diseño del emisor.

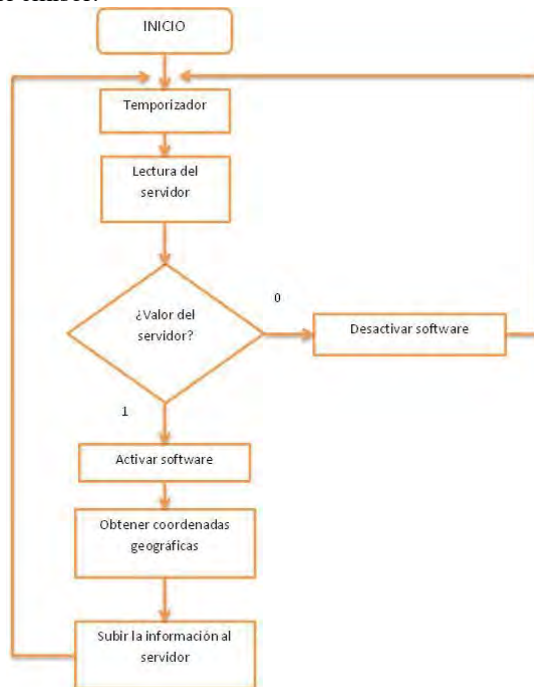


Figura 3. Diagrama de flujo del software emisor

De lo único que se encarga este software es de la obtención de coordenadas y la escritura de las mismas al servidor, cuando el usuario las desee. Para que esto suceda tendrá la función, al inicio, de receptor debido a que tendrá la función de leer la acción del usuario para poder inicializarse, si el usuario no lo confirma el programa no podrá ejecutarse. Cuando el usuario active el programa, el dispositivo leerá esto y provocará su activación del software, el primer paso

que tendrá que hacer es obtener las coordenadas del dispositivo inmediatamente. Hasta que el dispositivo obtenga sus coordenadas geográficas proseguirá a subir la información al servidor y así volver a realizar todo el proceso de nuevo. Para el diseño del software receptor, se dio mayor importancia a su forma e imagen con el fin de hacerlo accesible y atractivo para el usuario. El diagrama de flujo de la figura 4 muestra la secuencia que se siguió y la relación entre sus partes.

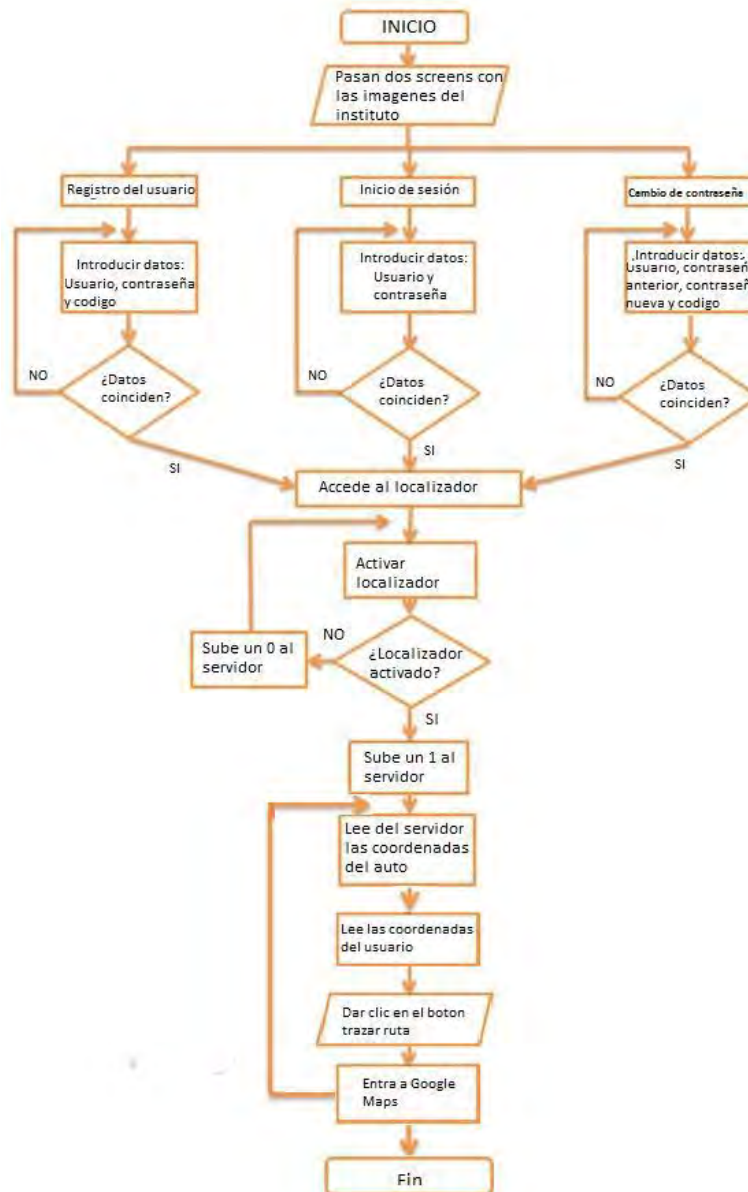


Figura 4. Diagrama de flujo para el software receptor.

El software receptor inicia con dos imágenes alusivas al Instituto Tecnológico de Tehuacán, ya que ahí se desarrolló esta aplicación. Cuando hayan pasado los screen, el software deberá re-direccionar a la pantalla que hará al usuario elegir que acción tomar, como lo es: Inicio de sesión, cambio de contraseña o registro. Al inicio el usuario no contará con algún usuario, para que pueda inicializar el software deberá de ir a la sección del registro, esto lo llevará a otro screen que deberá llenar el formulario solicitado. Cuando se termine de registrar el usuario, el software verificará toda su información, se le introducirá un código aleatorio el cual será creado por el diseñador, con el fin de aumentar la seguridad en el registro y evitar a que cualquier persona se registre. Si el software determina que la información proporcionada es correcta procederá a entrar al programa, si es lo contrario te informará y regresará a que el usuario

la corrija. Una vez que el usuario obtenga su acceso podrá dirigirse en automático a iniciar su sesión, estando en este apartado solo bastará con introducir el usuario y la contraseña, también contará con la función de verificar los datos introducidos. El usuario también tendrá la posibilidad de cambiar su contraseña por seguridad, para esto deberá de introducir usuario creado, contraseña actual, la nueva que desee y el código de seguridad brindado para que solo el usuario pueda cambiar su contraseña. Una vez accediendo al programa, se deberá de activar la función del localizador para inicializar el software emisor y el receptor, el sistema verificará si el usuario activa o no el localizador, esto enviará al servidor un 1 o un 0 para que el software emisor lo pueda leer. Cuando el software emisor sea activado, el dispositivo empezará a leer los datos emitidos a la plataforma para ser mostrados, al igual triangulará su posición del dispositivo para mostrar la ubicación del usuario. Obteniendo los datos del emisor y usuario, este podrá acceder a Google Maps y visualizar la ruta más cercana hacia el vehículo con solo un clic. Puesto que Google Maps no puede actualizarse automáticamente, se realizó un proceso para que sea actualizado sin que el usuario lo manipule, esto consistió a que volviera a leer ambas ubicaciones e insertarlas en el mapa.

Para su ejecución, se descargó la apk que nos genera App inventor con nuestro código, el apk es un ejecutable para los dispositivos Android. Con la ayuda de un simulador se verificó el funcionamiento del sistema ya que si se prueba con un dispositivo este podría crearle conflictos por algún mal funcionamiento. Se realizó la simulación con el programa "BlueStacks" ya que permite instalar las aplicaciones y simular un teléfono móvil. Se instaló las aplicaciones en el simulador, comenzando por el software que tiene la función de emisor. Por último, observando que las aplicaciones funcionan correctamente, se accedió a la página web para observar todos los datos subidos con los que estuvo funcionando.

Para que el dispositivo no lo manipule el usuario, se dio a la tarea de diseñar un dispositivo capaz de cargar el celular automáticamente. Esto es necesario ya que cualquier dispositivo expuesto a la carga prolongada puede provocarle daños en la tarjeta lógica o deformación en la batería. Esta placa se programó con los datos a comparar. Éstos se obtendrán con la medición de la batería en los dos estados (alto y bajo). La placa empezará a monitorear el estado de la batería y entrará al primer ciclo el cual se encargó de verificar el estado de la batería baja para su activación. Esta placa se programó con los datos a comparar. Éstos se obtendrán con la medición de la batería en los dos estados (alto y bajo). La placa empezará a monitorear el estado de la batería y entrará al primer ciclo el cual se encargó de verificar el estado de la batería baja para su activación. Cuando la placa identifico el nivel de batería bajo, actuó un dispositivo, el cual se encargó de dejar pasar la corriente al teléfono celular, provocando la carga. Cuando esto ocurrió, la placa siguió comparando los valores de la batería provocando otro ciclo para la desactivación del dispositivo, cuando la pila llego a estado alto o carga completa. En cuanto a protecciones, se propuso instalar componentes electrónicos con el fin de dejar el paso del flujo de tensión generada por el pin de activación de la placa, evitando el retorno de la misma para evitar cortocircuitar el pin del microcontrolador contenido en la misma, al igual poner en serie un dispositivo capaz de obtener resistencia al paso de la corriente para evitar daños a los dispositivos externos. Para la alimentación de la placa de programación se dio a la tarea de investigar los voltajes de funcionamiento, el cual con los 12 volts obtenidos de la batería del automóvil la placa estuvo trabajando en un estado normal, pero, con una tensión media soportada. Para evitar siniestros se propuso regular a la mínima tensión soportada en la placa, que en este caso son los 5 volts. En otro punto se incorporó fusibles para evitar daños menores a los dispositivos de la placa y tarjeta por cualquier pico de corriente o cortocircuito.

#### *Construcción del localizador vehicular*

Teniendo todos los materiales, herramientas y equipo necesarios, se inició la construcción del dispositivo. Se comenzó a subir la programación previamente diseñada a la placa arduino la cual se le brindaron las instrucciones necesarias para el monitoreo de la batería (figura 5).

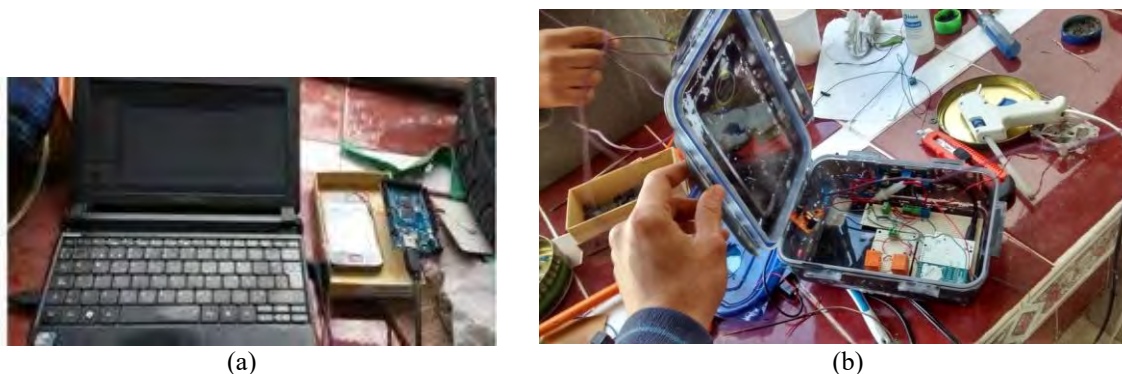


Figura 5. Equipo y tarjeta del dispositivo



En la instalación del sistema al automóvil, se tuvo que desmontar las protecciones de la parte inferior del volante, puesto que ahí están alojados los cables de corriente necesarios para su alimentación. El dispositivo es necesario que siempre esté encendido, ya que estará a la espera del usuario cuando éste necesite activarlo. Se realizó la identificación de los conductores que contenían constantemente los 12 volts necesarios para su alimentación, esta acción se realizó midiendo la tensión de cada uno de los cables hasta encontrar uno. Identificando el cable ideal para la instalación, se encontró el destino que tuvo para evitar dañarlo o quitarle su aislante. Teniendo estas dos consideraciones se comenzó a introducir el cableado necesario para la alimentación del dispositivo, para la identificación de los cables se colocaron, color rojo para la fase y negro. Con esto realizado se procedió a acomodar los cables de manera que tengan salida por atrás del tablero, ya que todo el dispositivo deberá de ser escondido por seguridad. Se tomó la decisión de ubicarlo debajo del asiento del conductor, ya que por cualquier percance se podrá retirar rápidamente y no se tiene visualización directa al dispositivo. Por último, se realizó las pruebas de localización para verificar el funcionamiento (figura 6).

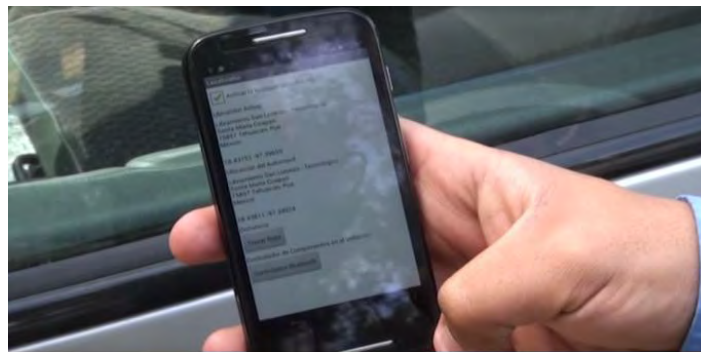


Figura 6. Vista del sistema en el teléfono móvil

### Resultados

En la figura 7 se muestra el diagrama realizado del funcionamiento del sistema. El sistema se constituye de un emisor y un receptor los cuales se sincronizan por medio de la triangulación de datos vía Internet. El emisor estará vigilado por la placa de programación arduino las 24 horas del día. Ésta hará la función de evitar la descarga de la batería en el emisor, ya que tendrá la función de subir a la base de datos las coordenadas para que el usuario pueda rastrear su vehículo. La placa arduino al detectar niveles bajos de batería por parte del emisor accionará el sistema de carga la cual se encargará de suministrarle la tensión y corriente ideal para el dispositivo. El receptor será el teléfono celular del usuario, el cual entrará a la red y mostrará en pantalla la ubicación del emisor y triangulará su localización a los satélites GPS para poder trazar la ruta más cercana hacia el automóvil.

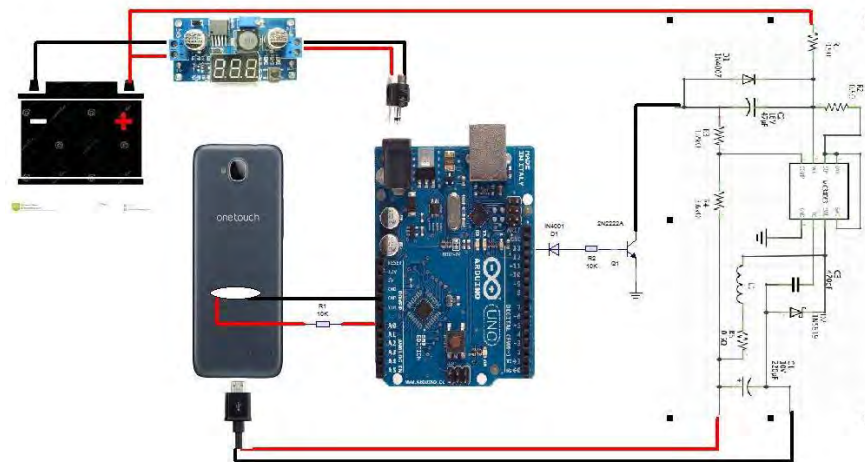


Figura 7. Esquema del sistema de localización vehicular satelital

Se probó el sistema con un usuario voluntario y se tuvieron los resultados esperados. En tiempo real, a través de la aplicación de Google Maps se pudo observar la ruta del vehículo “robado” (Figura 8). Para finalizar se accedió a la plataforma creada para ver todos los datos subidos por los dos software.

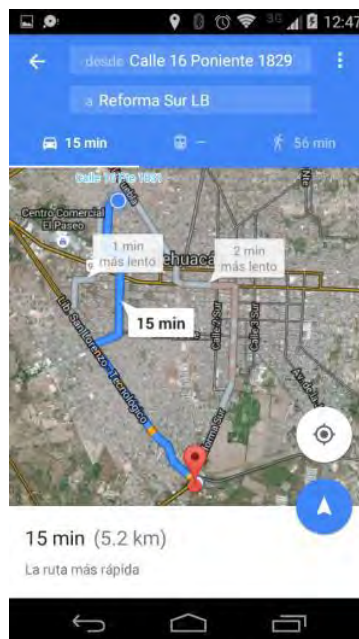


Figura 8. Trazado de la ruta con Google Maps

Con esto se verificó que la aplicación está funcionando sin problemas, ya que si ocurre algún imperfecto, el sistema Android mostrará en pantalla una leyenda pidiendo forzar el cierre de la aplicación.

### Conclusiones

Después de haber culminado el proyecto, se logró el objetivo primordial: localizar el automóvil ya sea estacionado o en movimiento. Para que la aplicación funcione en óptimas condiciones es necesario que el usuario cuente con un plan de datos, un GPS y que el celular tenga acceso a Internet, lo cual se llegó a la conclusión de que el usuario tendría un gasto que cubrir por la aplicación. Sobre el aspecto de la seguridad para el diseño de la aplicación, Google Labs fue parte esencial, por esta razón la seguridad que ofrece la aplicación es viable y con nivel de seguridad aceptable, el hecho de que sea una aplicación de código abierto no quiere decir que cualquier miembro de Android Market pueda acceder a él, sino que es exclusivamente del diseñador, aunque por medio de comentarios, los usuarios pueden calificar e incluso hacer aportación para la mejora de la aplicación.

### Referencias

- INEGI. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx?dv=c1>.
- Área tecnología. <http://www.areatecnologia.com/telefonía-movil.htm>
- E. García Álvarez, J. A. [http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_gps/af\\_gps\\_11.htm](http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_11.htm)
- La cuenca GSM. <http://www.lacuevagsm.com/cobertura-movil-2/diferencia-entre-2g-3g-y-4g/>.
- Nebirous. <http://www.elandroidelibre.com/2015/04/que-es-el-glonass-y-para-que-se-utiliza.html>.
- Tecnología. <http://www.areatecnologia.com/informatica/sistemas-operativos-moviles.html>.



## Implementación de las 5's en el Servicio Automotriz

M.I.I. José Luis Méndez Lambarén<sup>1</sup>, M.M.N.I. Claudia Méndez Navarro<sup>2</sup>, M.A.E.S. Viviana del Carmen Domínguez Navarrete<sup>3</sup>, Ing. Andrea Viridiana Gómez López<sup>4</sup>.

**Resumen**— La herramienta de las 5's es una metodología de orden y limpieza que minimiza el desperdicio, con la finalidad de aprovechar los espacios físicos del área de trabajo, mejorando la productividad y la seguridad. Proporciona las bases de un proceso esbelto que está orientado en el Sistema de Producción Toyota (SPT). Involucra la participación de los trabajadores, permite organizar los lugares de trabajo con el propósito de identificar los desperdicios: sobreproducción, esperas, transportación, sobreprocesamiento, inventarios, movimientos y retrabajos.

**Palabras clave**— Limpieza, optimización, orden, proceso esbelto, 5's.

### Introducción

El presente documento, surgió como proyecto organizacional de servicio automotriz de la región de Tapachula, Chiapas., como una herramienta para eliminar los desperdicios, con la finalidad de mejorar la identificación y búsqueda de las refacciones, así como aprovechar los espacios físicos en el área de refacciones para satisfacer las exigencias de los clientes, personal de la empresa y socios. Para esto se implementó las 5's herramienta de lean manufacturing que son: seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener. Con la finalidad de atender la problemática de las Pymes en el sector automotriz en donde los desperdicios son relativamente frecuentes y se generan por el desorden en el que están las herramientas de trabajo, equipos, documentos, etc., ya que se encuentran en lugares incorrectos y entremezclados con basura y otras cosas innecesarias.

### Descripción del Método

#### *Antecedentes*

El proceso esbelto está basado en el Sistema de Producción Toyota (SPT), desarrollado principalmente por los japoneses Taiichi Ohno y Shigeo Shingo (Ohno, 1988). El término lean lo implanta Womack y Jones, en su artículo "Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection" (Womack y Jones, 1996). Lo que plantean posteriormente estos autores le llaman Lean Thinking, actualmente se le conoce como Lean Manufacturing (Womack y Jones, 1996).

Los conceptos de proceso esbelto están enfocados en el flujo de los procesos y en reducir la cantidad de actividades que no agregan valor y que impiden el flujo. Cualquier cosa o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto se considera desperdicio (Ohno, 1988). Se identifican siete tipos de desperdicio: sobreproducción, esperas, transportación, sobreprocesamiento, inventarios, movimientos y retrabajos.

#### *Metodología*

La metodología 5's involucra la participación de los trabajadores, permite organizar los lugares de trabajo con el propósito de mantenerlos limpios, ordenados, agradables y seguros. El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que exista calidad se requiere primero de orden, limpieza y disciplina. Con esto se pretende atender la problemática de la Empresa XYZ en donde los desperdicios son relativamente frecuentes y se

<sup>1</sup> Méndez Lambarén José Luis es Docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tapachula, Tapachula, Chiapas. [jmendez\\_lambaren@yahoo.com.mx](mailto:jmendez_lambaren@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> La Mtra. Claudia Méndez Navarro es Docente de la carrera de Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tapachula, Tapachula, Chiapas. [cmendezn73@hotmail.com](mailto:cmendezn73@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Ing. Viviana del Carmen Domínguez Navarrete es Docente de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Tapachula, Chiapas. [navivido@hotmail.com](mailto:navivido@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Ing. Andrea Viridiana Gómez López es egresada de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tapachula, Chiapas. [andrea\\_g192@live.com](mailto:andrea_g192@live.com).

generan por el desorden en el que están las herramientas de trabajo, equipos, documentos, etc., debido a que se encuentran en lugares incorrectos y entremezclados con basura y otras cosas innecesarias.

El primer punto de la metodología es “seleccionar”, consiste en separar de lo innecesario, guardando lo necesario considerando eliminar lo que no se utiliza.

Continuando con el segundo punto de la metodología el cual es “ordenar”, se necesita acomodar o buscar un lugar para cada tipo de artículo, lo que facilita su uso e identificación en forma adecuada para una rápida localización y ubicación, con la finalidad de regresarlo a su lugar.

El tercer punto del método es “limpiar”, mantener en buenas condiciones los equipo e instrumentos de trabajo, así como conservar limpio el ambiente de trabajo.

Siguiendo con el cuarto punto del método “estandarizar”, prevenir la suciedad. Al momento de alcanzar el nivel de orden y limpieza deseado, se debe estandarizar las operaciones con el propósito de evitar retroceso una vez implementado los tres primeros puntos. Una forma de lograr la estandarización es aplicando la metodología de los “5’s porqué”, esta línea de preguntas ayuda a resolver muchas clases de problemas incluso en los procesos más complejos.

Por último el quinto punto de la metodología “mantener”, establecer normas para asumir el compromiso de todos los colaboradores para mantener y mejorar el nivel de organización, orden y limpieza. Se fomenta la disciplina para que se respete los directrices establecidas.

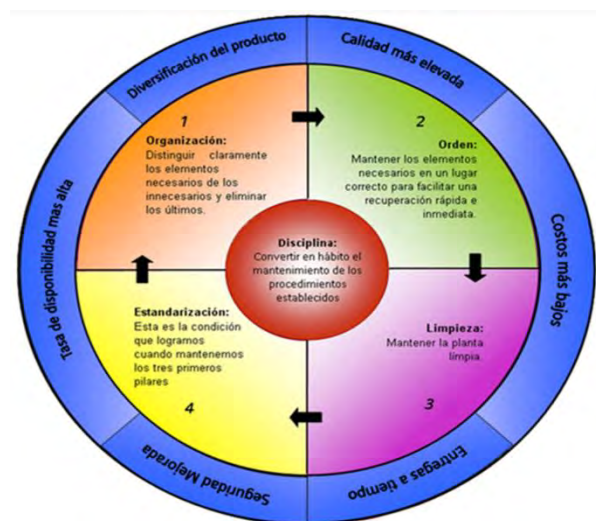


Figura. 1 Metodología de las 5's de Lean Solutions.

Se define la metodología de las 5's como un estado ideal en el que se debe considerar lo siguiente:

- Eliminar lo innecesario
- Tener ordenado e identificado
- Eliminar las fuentes de suciedad
- Control visual
- Se mantiene y se efectúa la mejora continua.

A continuación se enlista las actividades que se realizan en el área:

1. Implementación del método de las 5'S.
2. Identificación de anaqueles.
3. Codificación acorde al sistema.
4. Orden en las entradas de mercancías.
5. Aprovechamiento de espacios.

## Resultados

Los resultados que se obtuvieron con la implementación de la metodología de las 5's seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener se muestran a continuación:



Figura 2. Almacén de refacciones (antes)

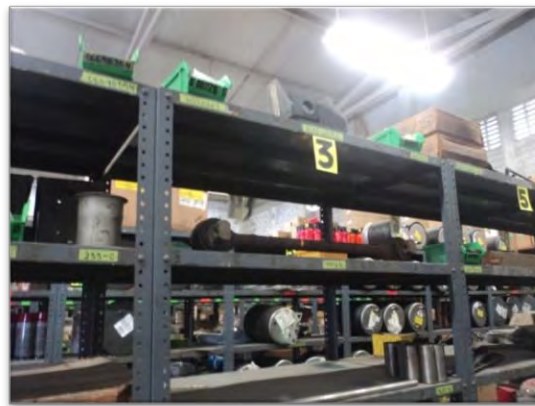


Figura 3. Almacén de refacciones (después)

En la figura 2. se observa el desorden de las piezas que se encuentran en el área, lo que impide la correcta identificación de las refacciones que se necesitan, esto ocasiona que aumente el tiempo de entrega. Por el contrario en la figura 3. se puede apreciar la correcta ubicación de los materiales el cual permite la identificación más rápida de los componentes.

Tal como se observan las figuras anteriores se efectuaron acciones de la metodología de las 5's, una vez ordenado se eliminó la suciedad en el área, esto permite vigilar y controlar la existencia de los materiales con la finalidad de evitar carencias, estandarizar la ubicación de cada objeto en su lugar facilita la identificación de cada pieza.



Figura 4. Anaqueles de refacciones (antes)



Figura 5. Anaqueles de refacciones (después)

En la figura 4. se observa la suciedad en el anaquel por lo que la primer percepción es desagradable para los trabajadores y para los clientes. Una vez implementado la herramienta de las 5's en el lugar Figura 5. se aprecia una condición mejor al momento de efectuar la búsqueda de las piezas y/o refacciones de la empresa.



Figura 6. Estandarización (delimitación)



Figura 7. Identificación de tornillería

En la figura 6. se puede apreciar la delimitación de los espacios de los anaqueles en el área de refacciones, lo que permite poder identificar la ubicación de las piezas que están pidiendo, en atención a alguna solicitud de un cliente del área de servicios y/o ventas.

De igual manera en la figura 7, se puede observar la identificación de las piezas (tornillería) en caso de alguna solicitud del cliente del área de servicios y/o ventas, con la finalidad de atenderlas.

Por último, con la finalidad de proporcionar un mejor control se elaboró un checklist, que a continuación se puede apreciar los siguientes cuestionamientos de acuerdo a los puntos de la metodología de las 5's:

#### 1`'s Seiri- Clasificación

- a) ¿Se encuentran objetos que obstruyan el orden de las refacciones en anaqueles?
- b) ¿Se cuenta con un orden y limpieza el área de mostrador?

#### 2`s Seiton - Orden

- a) ¿Las refacciones se encuentran ordenadas según su clasificación y código en los anaqueles?
- b) ¿Las refacciones de encuentran fuera del lugar asignado?

#### 3`s Seiso- Limpieza

- a) ¿El área de anaqueles está debidamente limpia?
- b) ¿Los pasillos se encuentran limpios?

### Comentarios Finales

La implementación de las 5's, conlleva a la optimización de los espacios físicos en el almacén de refacciones del sector automotriz, así como la obtención de una mejor visualización, orden, limpieza y clasificación. También permite el conteo del inventario y/o piezas de manera eficaz y eficiente. El desarrollo del método proporcionó a las organizaciones estandarizar los procesos de atención al cliente, debido a que el personal del almacén puede ubicar más fácil las refacciones de los anaqueles, lo que conlleva a disminuir la espera. Una vez implementado la metodología de las 5's, se pudo observar una mejor atención a los solicitudes de refacciones por parte del cliente las cuales fueron atendidas de manera inmediata, lo cual brindo un 86% de cumplimiento a dichas solicitudes.

Por otro lado se puede observar que el área de almacén de refacciones cuenta con más del 80% de disponibilidad de refacciones para satisfacer las necesidades de los clientes del área de servicios y ventas del sector automotriz, considerando un avance en el justo a tiempo.



### Notas Biográficas

El **M.I.I. José Luis Méndez Lambarén** es docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tapachula. Su Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle de Atemajac campus Guadalajara. Funge como Auditor Interno de los Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Energía.

La **M.M.N.I. Claudia Méndez Navarro** es docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tapachula. Su Maestría en Mercadotecnia y Negocios Internacionales en la Universidad Autónoma de Durango campus Mazatlán, Sinaloa. Funge como Auditor Líder de los Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Energía.

La **M.A.E.S Viviana del Carmen Domínguez Navarrete** es docente de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Tapachula. Su Maestría en Administración de Educación Superior en el Instituto de Educación Superior de Chiapas. Funge como Representante de la Dirección de los Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Energía.

La **Ing. Andrea Viridiana Gómez López** es egresada de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Tapachula.

### Referencias

Gómez, López Andrea Viridiana (2015). Informe Técnico de Residencia Profesional. "Reingeniería en Almacén" (informe pregrado). Instituto Tecnológico de Tapachula. Tapachula, Chiapas.

Lean Solutions (2016), Ilustración de Metodología de 5's. [Figura 1]. Recuperado de <http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>.

Ohno, Taiichi (1988), Toyota Production System: Beyond Large Scale Production, Productivity Press, Nueva York.

Womack, J. P y Jones, D.T., (1996), Lean Thinking, Simon y Schuster Trade, EU.

Womack, J. P y Jones, D.T., (1996) "Beyond Toyota: how to root out waste and Pursue Perfection" en Harvard Business Review, septiembre-octubre.

# MEDICIÓN DE PROPIEDADES DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA EN SUELOS DE CULTIVO

Dr. Arturo Méndez Patiño<sup>1</sup>, Dr. José Antonio Gutiérrez Gneccchi<sup>2</sup>, M. C. Félix Jiménez Pérez<sup>3</sup>,  
M. C. Gerardo Marx Chávez Campos<sup>4</sup> y Dr. Enrique Reyes Archundia<sup>5</sup>

**Resumen**— Una de las propiedades del suelo de cultivo que influye en la correcta caracterización de propiedades de propagación de agua y su manejo agronómico es la conductividad hidráulica. Para la medición de la conductividad hidráulica, comúnmente se utilizan instrumentos conocidos como infiltrómetros. Sin embargo el registro de las mediciones generalmente se realiza de forma manual y es altamente demandante en tiempo. En adición el registro manual es propenso a errores de medición que influyen en el resultado final. En este trabajo se presenta el diseño, construcción y utilización de un sistema de instrumentación para medir el cambio de nivel de agua (consumo) en un infiltrómetro de carga constante de anillo sencillo. Los resultados indican que se obtienen datos consistentes y representa una mejora con respecto a datos obtenidos manualmente.

**Palabras clave**—Infiltrómetro, conductividad hidráulica, Datalogger.

## Introducción

La agricultura es uno de los principales pilares económicos a nivel global. México no es la excepción, donde el cuidado del medio ambiente, la optimización de recursos y el desarrollo sustentable son aspectos esenciales que se deben considerar en los nuevos sistemas de producción. Por ejemplo, a nivel global, un gran porcentaje del agua dulce disponible es utilizada en distritos de riego; dependiendo las condiciones geográficas, entre el 65% y el 80% del recurso agua se utiliza en sistemas de irrigación. En México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha reportado que entre el 77% y 78% del agua dulce disponible es utilizada en distritos de riego. En adición se estima que alrededor de la mitad del agua en irrigación se desperdicia por diversos factores.

El desarrollo económico nacional, la conservación del medio ambiente y el bienestar social dependen del uso adecuado y aprovechamiento del agua. Aunque el Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (CONAGUA 2014) establece en el Objetivo 2 la estrategia 4.4 referente a “generar y proveer información sobre el agua” hay una discontinuidad en los datos oficiales reportados; sin embargo se puede inferir que durante la última década ha habido un crecimiento en la actividad agrícola. En 2008 se reportó una superficie dedicada a la agricultura de aproximadamente 21 millones de hectáreas (10.5% del territorio nacional) donde 6.46 millones de hectáreas son de riego y 14.5 millones de hectáreas son de temporal (CONAGUA 2008); en 2013 se reporta que la superficie cultivada se incrementó a 25.668 millones de hectáreas. La superficie cosechada varía entre 18 y 22 millones de hectáreas anualmente (FAO AQUASTAT 2015). El valor de la producción es el 6.5% del PIB, y la población ocupada en estas actividades oscila entre 4 y 5 millones de personas. Se calcula que en México, entre 20 y 25 millones de personas dependen económica y directamente de esta actividad. La superficie bajo riego es agrupada en Distritos de Riego (5% de la superficie bajo riego) y Unidades de Riego (46% restante) (CONAGUA 2015).

El incremento de la población ha motivado el incremento en la producción agrícola. En consecuencia, el uso intensivo del suelo de cultivo (Zimmermann et al. 2006), la aplicación de los agentes químicos auxiliares (por ejemplo, control de enfermedades de plantas y animales, control de plagas y fertilizantes) y las prácticas inapropiadas de riego

<sup>1</sup> El Dr. Arturo Méndez Patiño es Profesor en el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [ampatino@itmorelia.edu.mx](mailto:ampatino@itmorelia.edu.mx)

<sup>2</sup> El Dr. José Antonio Gutiérrez Gneccchi es Profesor en los programas de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y Maestría en Ciencia en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> El M. C. Félix Jiménez Pérez es egresado del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia y Profesor en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [feliche@hotmail.com](mailto:feliche@hotmail.com)

<sup>4</sup> El M. C. Gerardo Marx Chávez Campos es Profesor en el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [gmarx\\_cc@hotmail.com](mailto:gmarx_cc@hotmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Enrique Reyes Archundia es Profesor en los programas de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y Maestría en Ciencia en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [pelectron@itmorelia.edu.mx](mailto:pelectron@itmorelia.edu.mx).



son algunos de los factores que degradan las propiedades del suelo.

En particular, la conductividad hidráulica es una propiedad que se relaciona con la capacidad del suelo para almacenar agua disponible para el crecimiento de las plantas. En adición, la conductividad hidráulica también influye en la capacidad del suelo para permitir la propagación de agua hacia el subsuelo y favorecer la recarga de acuíferos. Por lo tanto es de suma importancia contar con instrumentos que permitan determinar las propiedades de conductividad hidráulica.

### ***Medición de conductividad hidráulica***

La conductividad hidráulica del suelo de cultivo es uno de los parámetros más dinámicos en tiempo y espacio. El método de medición de conductividad hidráulica consiste básicamente en aplicar agua a una muestra de suelo bajo condiciones controladas y medir el consumo de agua conforme progresa el experimento. Para medir la conductividad hidráulica, se reporta comúnmente el uso de infiltrómetros o permeámetros (Angulo-Jaramillo et al. 2000, Meadows et al. 2008). Aunque los instrumentos desarrollados desde el siglo XX han variado desde sus inicios para mejorar la calidad de la información que se obtiene (Johnson et al. 2005), en general mantienen características físicas similares. La configuración básica consiste en utilizar un contenedor para almacenar un volumen conocido de agua (Figura 1a). El agua se transfiere hacia un recipiente cilíndrico conocido como anillo, mediante un tubo o manguera (Figura 1b). El anillo se inserta en el suelo por estudiar (Figura 3c), confinando el área de estudio al área ocupada por el anillo.

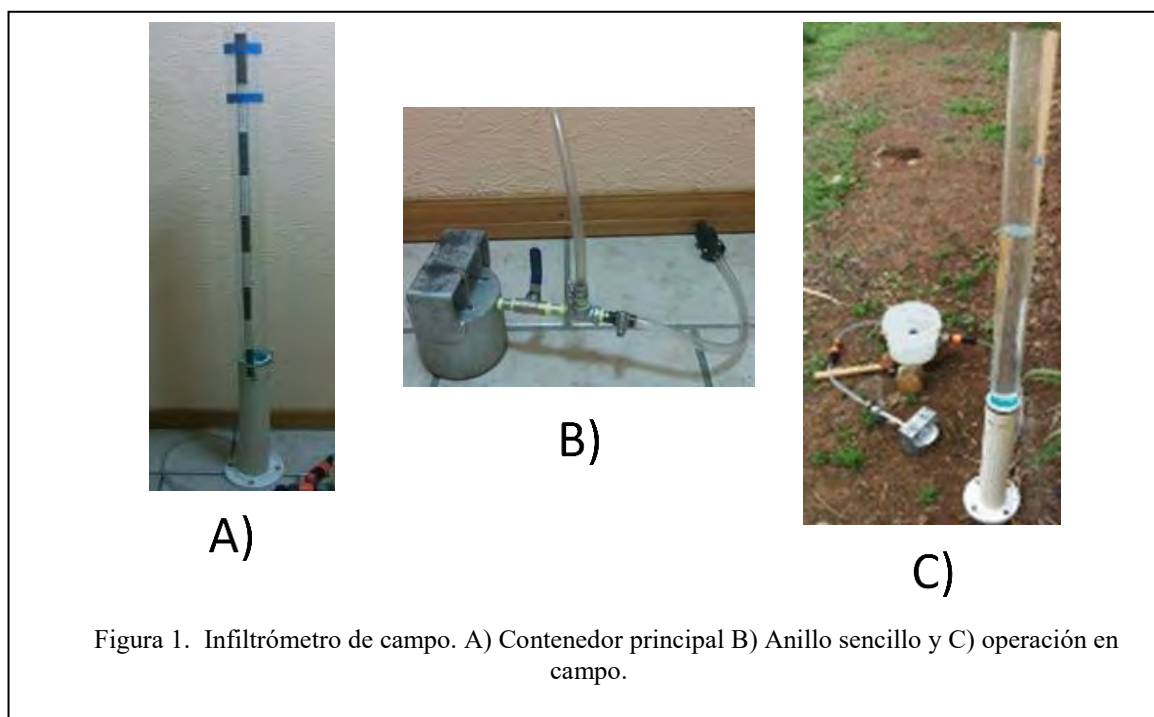


Figura 1. Infiltrómetro de campo. A) Contenedor principal B) Anillo sencillo y C) operación en campo.

El experimento consiste en permitir mediante una válvula, que el líquido del contenedor principal se transfiera hacia el anillo y hacia el suelo. En el método manual, se incluye una escala graduada en el contenedor para ir registrando la variación de la altura de nivel de líquido conforme progresa la prueba. Así, las mediciones se pueden realizar con materiales sencillos y el registro de resultados se realiza con reloj en mano, papel y lápiz. Sin embargo, para poder caracterizar un terreno es necesario realizar varios ensayos en diferentes localidades dentro del mismo terreno (15 o 20 ensayos).

La velocidad con la que el líquido se transfiere hacia la muestra varía dependiendo de numerosas propiedades del suelo. Existen muchos factores que influyen en la modificación de las propiedades de conductividad hidráulica; el tipo de suelo, la textura del suelo, la porosidad, la preparación y manejo agronómico y las condiciones climáticas son algunos de los principales factores que influyen en los cambios de propiedades de conductividad hidráulica del suelo de cultivo. Por ejemplo, en un suelo predominantemente arenoso, el ensayo se realiza en cuestión de minutos, ya que el suelo arenoso proporciona un medio poroso para que el líquido se transfiera rápidamente a través de la muestra. En

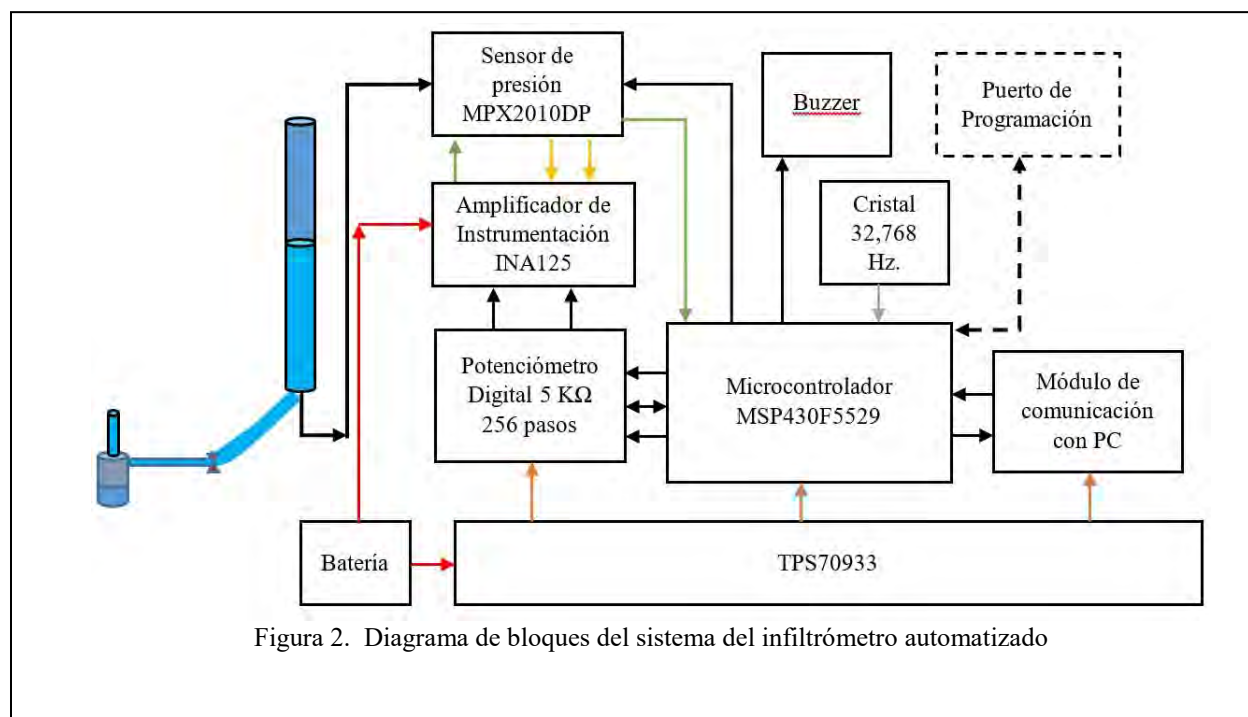
contraste, los ensayos en un suelo arcilloso pueden demorar decenas de minutos y hasta horas. Aunque el instrumento de operación manual tiene la intención de facilitar su utilización en campo para investigar las propiedades de conductividad hidráulica in situ, el registro manual de las variaciones en consumo de agua conforme pasa la prueba es altamente demandante en tiempo y requiere dedicación completa durante la prueba. Por lo tanto el registro manual de los resultados de la prueba es propenso a errores de medición que se traducirán en errores de estimación de la conductividad hidráulica.

Para reducir el efecto de las observaciones manuales en los resultados de la prueba, diversos autores enfatizan la necesidad de automatizar el proceso de medición y registro de datos, proponiendo métodos para automatizar la prueba. La automatización de infiltrómetros y permeámetros requiere la medición precisa y exacta de los cambios de altura en la columna de agua conforme se realiza el ensayo. Uno de los métodos preferidos consiste en utilizar transductores de para medición de presión colocados en la base del contenedor principal. Así las variaciones en la presión se relacionan directamente con la variación en la altura de la columna de agua. Para medir las señales del transductor de presión existen múltiples propuestas. Por ejemplo, se propone la utilización de equipos portátiles para medición y registro de datos (datalogger). Sin embargo, las propuestas comerciales están sujetas a disponibilidad en el mercado nacional y limita la autonomía del sistema de medición.

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un infiltrómetro de campo automatizado para medición de conductividad hidráulica.

### Descripción del Método

Durante el último lustro, en el Instituto Tecnológico de Morelia se ha desarrollado varios sistemas de instrumentación para medición conductividad hidráulica del suelo. El sistema desarrollado reportado en este trabajo tiene varias características en común con los sistemas anteriores. El sistema de medición es una unidad de adquisición y análisis de datos basada en un microcontrolador de bajo consumo de energía (Figura 1).



Un circuito amplificador de instrumentación de instrumentación (INA125, Texas Instruments©) se utiliza para proveer el voltaje de referencia y medir la salida del transductor de presión. La unidad de adquisición de datos está operada por un microcontrolador (MSP430F5529) que se encarga de controlar el proceso de adquisición de datos, almacenamiento de mediciones y comunicación con la computadora para transferir los registros de las pruebas para análisis posterior.

Una de las diferencias del dispositivo con respecto a desarrollos anteriores es la capacidad de autocalibración. Se incluye un potenciómetro digital para poder ajustar la ganancia del amplificador de instrumentación, de acuerdo con las condiciones de cada prueba. Así, independientemente de la altura de la columna de agua al inicio de cada ensayo, el sistema se ajusta automáticamente para maximizar el rango de salida del amplificador de instrumentación.

Otro de los cambios significativos en la operación del dispositivo es la manera en que se obtiene cada medición, promediando varias mediciones antes de registrar cada valor de columna de agua medida. La intención es reducir el ruido en las mediciones y las perturbaciones ocasionadas por el efecto de burbujeo dentro de la columna de agua.

### Comentarios finales

#### Resultados

La Figura 3 muestra un ejemplo de los resultados obtenidos con el infiltrómetro automatizado.

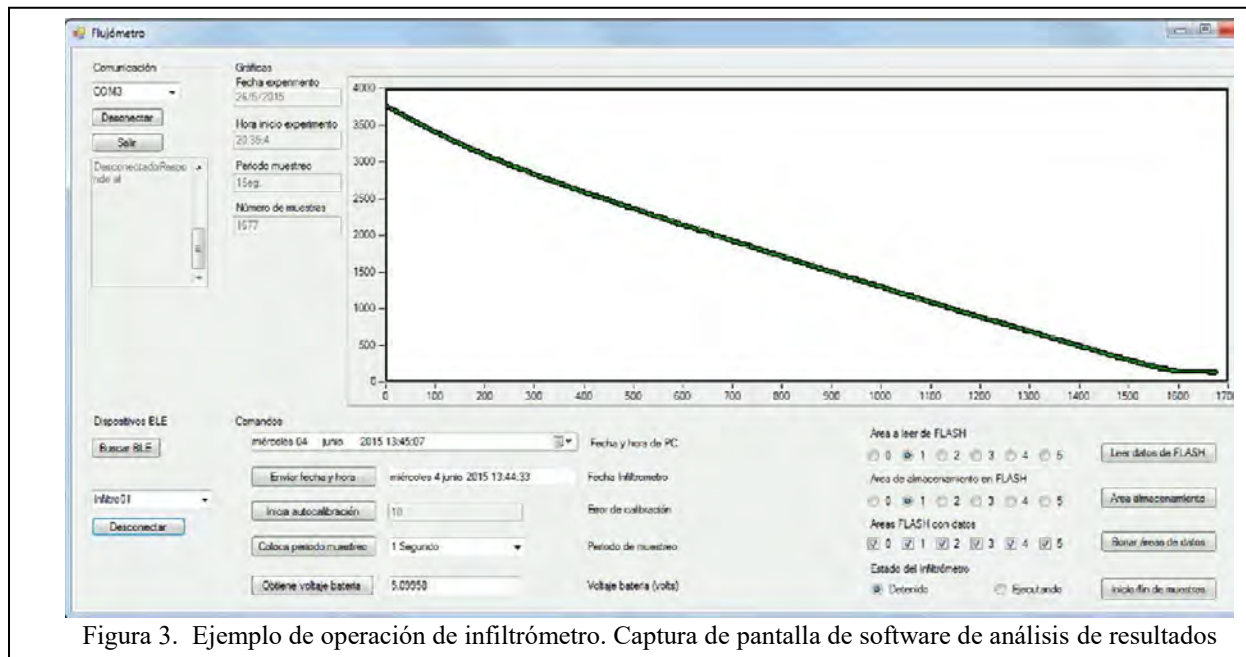


Figura 3. Ejemplo de operación de infiltrómetro. Captura de pantalla de software de análisis de resultados

El sistema se probó en un campo de cultivo de aguacate de una hectárea en la región de Uruapan. El contenido del suelo arcilloso del terreno es 67% arcilla, 16% limo y 17% arena. El Cuadro 1 muestra un resumen de resultados.

Número de experimento	1	2	3	4	5
Conductividad Hidráulica calculada (mm/hr)	6.12	5.91	7.65	6.45	8.75

Cuadro 1. Resumen de resultados de las pruebas del infiltrómetro automatizado.

Los resultados indican una conductividad hidráulica promedio 6.98 mm/hr con una desviación estándar de 1.072, que parece ser consistente con datos de conductividad hidráulica para suelos similares reportados en la literatura.

#### Conclusiones

En este trabajo se describe un sistema automatizado para medición de conductividad hidráulica en suelo de cultivo. El sistema basado en una unidad portátil de adquisición de datos permite hacer múltiples ensayos in situ. El programa de análisis de datos residente en la computadora personal permite revisar el desempeño del sistema completo, y sugiere que la metodología de adquisición de datos reduce los efectos de interferencia electromagnética y el burbujeo en la columna de agua, en las mediciones. El sistema fue probado en un campo de cultivo de aguacate y los resultados sugieren que el instrumento entrega información que se traduce en valores de conductividad hidráulica que son

consistentes con otros resultados reportados en la literatura para suelos similares. La disponibilidad de este equipo puede contribuir a la caracterización adecuada de las propiedades de conductividad hidráulica en terrenos de cultivo y por lo tanto contribuir a mejorar las prácticas de irrigación y optimizado el uso de agua.

### *Agradecimientos*

Los autores agradecen el apoyo financiero del Tecnológico Nacional de México con el proyecto aprobado bajo el número 5799.16-P.

### **Referencias**

- Angulo-Jaramillo, R., J. P. Vandervaere, S. Roulier, J. L. Thony, J. P. Gaudet, and M. Vauclin. "Field measurement of soil surface hydraulic properties by disc and ring infiltrometers: A review and recent developments," *Soil Tillage Res.* Vol. 55, pp. 1-29, 2000.
- Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hídrico 2007-2012," Edición 2008, ISBN 968-817-836-5, ISBN 978-968-817-836-2.
- Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hídrico 2014-2018," Mexico, 2014. Disponible en línea: <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=28>, último acceso: 01/10/2016
- Comisión Nacional del Agua. "Estadísticas del Agua en México," Comisión Nacional del Agua, Insurgentes Sur No. 2416, Col. Copilco el Bajo, C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F., pp. 61. Disponible en línea. <http://www.conagua.gob.mx>, Fecha de último acceso: 16 de febrero del 2016.
- Gutierrez-Gnecchi, J. A., Gómez-Tagle (Jr), A., Lobit, P., Téllez-Anguiano, A., Méndez-Patiño, A., Chávez-Campos, G. M., Landeros-Paramo, F. "Instrumentation for Measurement of Laboratory," and *In-Situ Soil Hydraulic Conductivity Properties, Hydraulic Conductivity - Issues, Determination and Applications*, Prof. Lakshmanan Elango (Ed.), InTech, 2011. DOI: 10.5772/19866. Available from: <http://www.intechopen.com/books/hydraulic-conductivity-issues-determination-and-applications/instrumentation-for-measurement-of-laboratory-and-in-situ-soil-hydraulic-conductivity-properties>
- Johnson, D. O., F. J. Arriaga, and B. Lowery. "Automation of a falling head permeameter for rapid determination of hydraulic conductivity of multiple samples," *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol. 69, pp. 828-833, 2005
- Meadows, D. G., M. H. Young, and E. V. McDonald. "Influence of relative surface age on hydraulic properties and infiltration on soils associated with desert pavements," *CATENA* Vol. 72, pp. 169-178, 2008
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. "Hoja Informativa Nacional: México," Aquastat - Sistema de Información Global Sobre el Agua. Disponible en línea [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/cf/readPdf.html?f=MEX-CF\\_esp.pdf](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/cf/readPdf.html?f=MEX-CF_esp.pdf), último acceso : 01/10/2016.
- Zimmermann, B.; Elsenbeer, H.; Moraes, J. M. D. "The influence of land-use changes on soil hydraulic properties: Implications for runoff generation," *Forest Ecology and Management*, Vol. 222, pp. 29-38, 2006

# MEDICIÓN DE PROPAGACIÓN DE FRENTE DE HUMEDAD EN SUELOS DE CULTIVO

Dr. Arturo Méndez Patiño<sup>1</sup>, Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechchi<sup>2</sup>, M. C. Félix Jiménez Pérez<sup>3</sup>,  
M. C. Gerardo Marx Chávez Campos<sup>4</sup> y Dr. Enrique Reyes Archundia<sup>5</sup>

**Resumen**— En Michoacán se cultivan productos estratégicos para la economía y desarrollo nacional; en adición representa una de las principales fuentes de ingresos. Siendo que Michoacán se encuentra en la intersección de dos de las regiones con mayor volumen concesionado (IV Balsas y VIII Lerma-Santiago-Pacífico) y, en coincidencia, se concentra una importante cantidad de acuíferos sobreexplotados (33 de 101), es de suma importancia contar instrumentos que permitan fundamentar la toma de decisiones y la planeación de asignación del agua para lograr realmente un desarrollo sustentable. En este trabajo se presenta un detector de frente de humedad para medir las dinámicas de propagación de agua en los suelos de cultivo. Los resultados indican que es posible determinar el contenido de agua a diferentes profundidades. La implementación del sistema de medición como práctica común en distritos de riego puede lograr importante ahorros del recurso agua.

**Palabras clave**—Frente de humedad, conductividad hidráulica, instrumentación, impedancia eléctrica.

## Introducción

Durante las últimas décadas ha habido una creciente preocupación en todo el mundo sobre la gestión de los recursos hídricos para lograr un desarrollo sustentable. En México 77% del agua se usa en la agricultura. CONAGUA estima que la mitad del agua utilizada para el riego se desperdicia. Entre otros factores, las prácticas inapropiadas de riego provocan mucho desperdicio de agua. El programa Nacional del Agua de México ha establecido un objetivo de ahorro de agua de 2% para favorecer la recarga de los acuíferos. Sin embargo, una adecuada planificación y asignación de los recursos hídricos es un tema complejo que debe tener en cuenta el contexto local (social, económico y político), el comportamiento del usuario, gestión y demanda de recursos hídricos. La falta de información de propiedades de conductividad hidráulica del suelo lleva a prácticas inapropiadas de irrigación. Por lo tanto, es necesario desarrollar instrumentación específica para:

1. Proveer información in situ para la toma de decisiones en la asignación de los recursos hídricos.
2. Mejorar la calidad y cantidad de los agricultores para favorecer su competitividad en un contexto global
3. Lograr un desarrollo sustentable

El Programa de Ciencia y Tecnología del Agua de México especifica que la instrumentación para mediciones hidrológicas es un tema prioritario y requiere el desarrollo de sistemas de medición dedicados. El modelado y predicción del flujo de agua a través del suelo también es tema prioritario de investigación identificado como un factor clave para la optimización del recurso agua.

En particular, el frente de humedad es un parámetro que se puede utilizar para poder determinar la cantidad de agua necesaria para que haya líquido disponible para la planta en la región ocupada por la raíz. Aunque es se trata de una compleja colección de procesos físicos, en términos simples, el frente de humedad se refiere a la propagación del agua a través del suelo de cultivo. Cuando se aplica agua (por irrigación o por lluvia), la parte superior del terreno se

<sup>1</sup> El Dr. Arturo Méndez Patiño es Profesor en el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [ampatino@itmorelia.edu.mx](mailto:ampatino@itmorelia.edu.mx)

<sup>2</sup> El Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechchi es Profesor en los programas de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y Maestría en Ciencia en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> El M. C. Félix Jiménez Pérez es egresado del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia y Profesor en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [feliche@hotmail.com](mailto:feliche@hotmail.com)

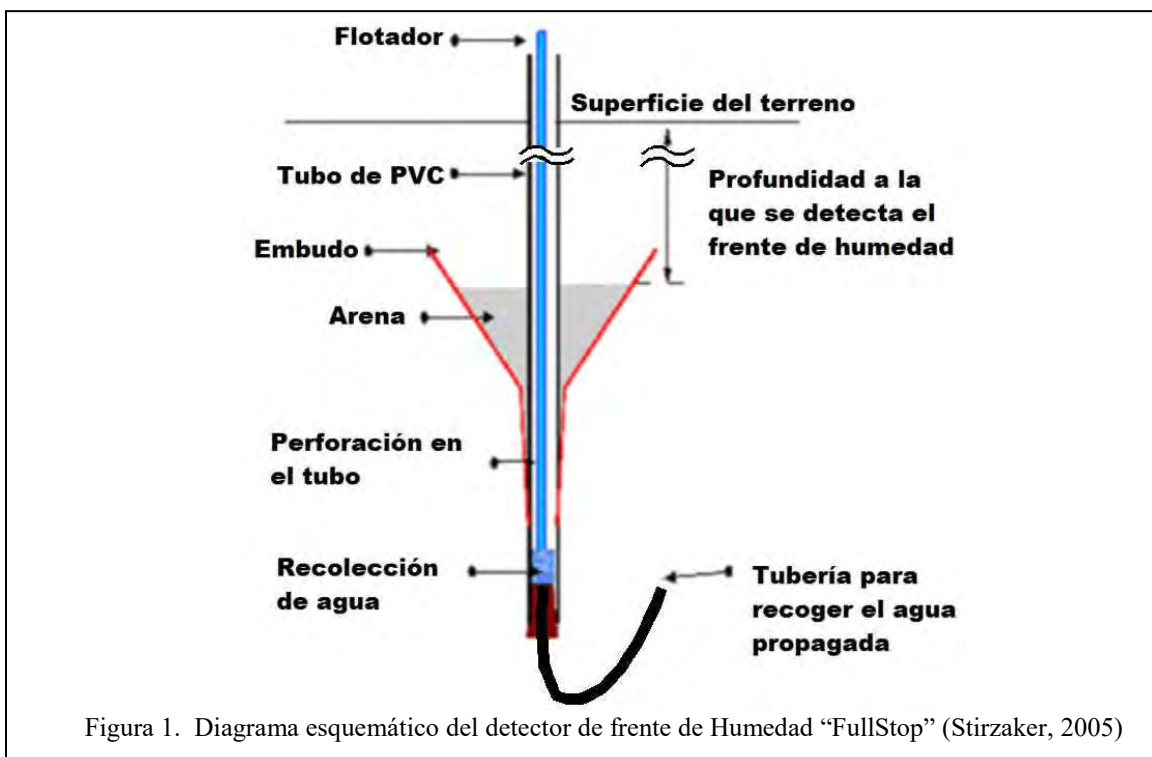
<sup>4</sup> El M. C. Gerardo Marx Chávez Campos es Profesor en el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [gmarx\\_cc@hotmail.com](mailto:gmarx_cc@hotmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Enrique Reyes Archundia es Profesor en los programas de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y Maestría en Ciencia en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [pelectron@itmorelia.edu.mx](mailto:pelectron@itmorelia.edu.mx).



humedece y el agua comienza a propagarse hacia el subsuelo. Dependiendo de la cantidad de agua aplicada y las condiciones del terreno, el agua aplicada satura regiones a diferentes profundidades del suelo. El fenómeno de saturación de agua a diferentes profundidades forma bulbos de humectación por capas. En cada capa que conforma al bulbo se puede desarrollar diferentes niveles de humectación, debido a que la humedad se va transfiriendo desde la superficie a las capas inferiores. Así, la mayor cantidad de humedad corresponde a las regiones cercanas a la superficie del suelo y decrece hacia la profundidad del suelo. La variación de la concentración de líquido a varias profundidades depende de diversos factores, y la velocidad de progresión depende (entre otros muchos factores) de la acumulación de agua. La determinación de la presencia del frente de humedad a diferentes profundidades es un parámetro muy útil para indicar con precisión cuando el agua aplicada ha llegado a la profundidad donde se localizan las raíces de las plantas. En otras palabras se puede determinar cuando el agua aplicada fue suficiente para llegar a la raíz de la planta.

Con la intención de proveer un método efectivo y de bajo costo, durante los últimos tres lustros la organización CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*, Australia) ha promovido el uso de un dispositivo simple, completamente mecánico, para indicar cuando el frente de humedad ha llegado a una profundidad predeterminada (Stirzaker, 2003; Stirzaker, 2008). El equipo consiste en un embudo que se inserta en el suelo (Figura 1). En el centro del embudo se localiza un tubo que va desde unos centímetros por encima en la superficie hasta el fondo del embudo. Cuando el frente de humedad comienza a llegar al embudo, el agua comienza a depositarse en el fondo; un flotador en el fondo del embudo se usa para desplazar verticalmente una varilla dentro del tubo para indicar que el frente de humedad ha llegado a la profundidad del embudo. Aun cuando el equipo es simple, y es muy útil para indicar cuando se tiene que interrumpir la aplicación del riego, no permite analizar detalladamente las dinámicas de propagación del frente de humedad a lo largo de la profundidad; sólo indica cuando el agua ha llegado a la profundidad de inserción del embudo y requiere que el investigador y/o productor registre visualmente la presencia del frente de humedad.



Para medir el contenido de agua, las técnicas electromagnéticas han tenido una gran aceptación durante las últimas dos décadas. Entre las técnicas electromagnéticas preferidas están la reflectometría en el dominio del tiempo (TDR) y mediciones de capacitancia (Kelleners, 2005). Sin embargo, no es factible utilizar estas técnicas electromagnéticas para proveer información detallada a lo largo de la profundidad del suelo ya que el TDR sólo puede proporcionar una medición volumétrica y las sondas de capacitancia sólo entregan mediciones puntuales.

Para obtener un balance entre simplicidad del método de medición, y versatilidad para la obtención de información



detallada de la progresión del frente de humedad en este trabajo se propone que la utilización de mediciones de impedancia puede ser una solución factible. Debido a que, el contenido de agua del suelo puede variar de 10% hasta un 50% posible detectar grandes cambios de conductividad que se relacionan con el contenido de agua en el suelo.

Durante el último lustro, en el Instituto Tecnológico de Morelia se han propuesto varias soluciones tecnológicas para la medición de las propiedades de conductividad hidráulica utilizando mediciones de impedancia para medir y modelar la propagación del frente de humedad (Gutierrez 2011; Gutierrez 2015). Para proveer una solución de automatización, en el IT Morelia la última versión del dispositivo de medición es un equipo electrónico que puede detectar la llegada del frente de humedad y llevar un registro del tiempo de detección con respecto del inicio del riego. La novedad de este trabajo con respecto a trabajos anteriores es la alta integración de los sistemas de medición con respecto a prototipos anteriores.

### Descripción del método

El sistema de medición desarrollado para medir detalladamente los cambios en la humedad del suelo a diferentes profundidades en función del agua aplicada, consiste en un arreglo lineal de electrodos en forma de anillo alrededor de un tubo de PVC, que se inserta en el terreno a estudiar (Figura 2). Los electrodos se colocan equidistantemente a lo largo de la base de PVC. Un sistema electrónico se utiliza para generar una señal de corriente eléctrica (corriente alterna) controlada. La señal de corriente se aplica entre pares consecutivos de electrodos, y en sincronía con la aplicación de corriente, se miden las señales de potencial resultantes. Un sistema de multiplexores analógicos se utiliza para seleccionar los pares de inyección de corriente y los pares de electrodos de medición. El proceso se repite hasta que todas las combinaciones de pares consecutivos de electrodos se han medido. En términos simples, si la corriente aplicada es conocida, y el voltaje resultante es medido, es posible determinar la conductividad del medio. Un microcontrolador de bajo consumo de corriente se utiliza para sincronizar el proceso de inyección de corriente y medición de voltajes. El microcontrolador también se utiliza para digitalizar las mediciones de voltaje.

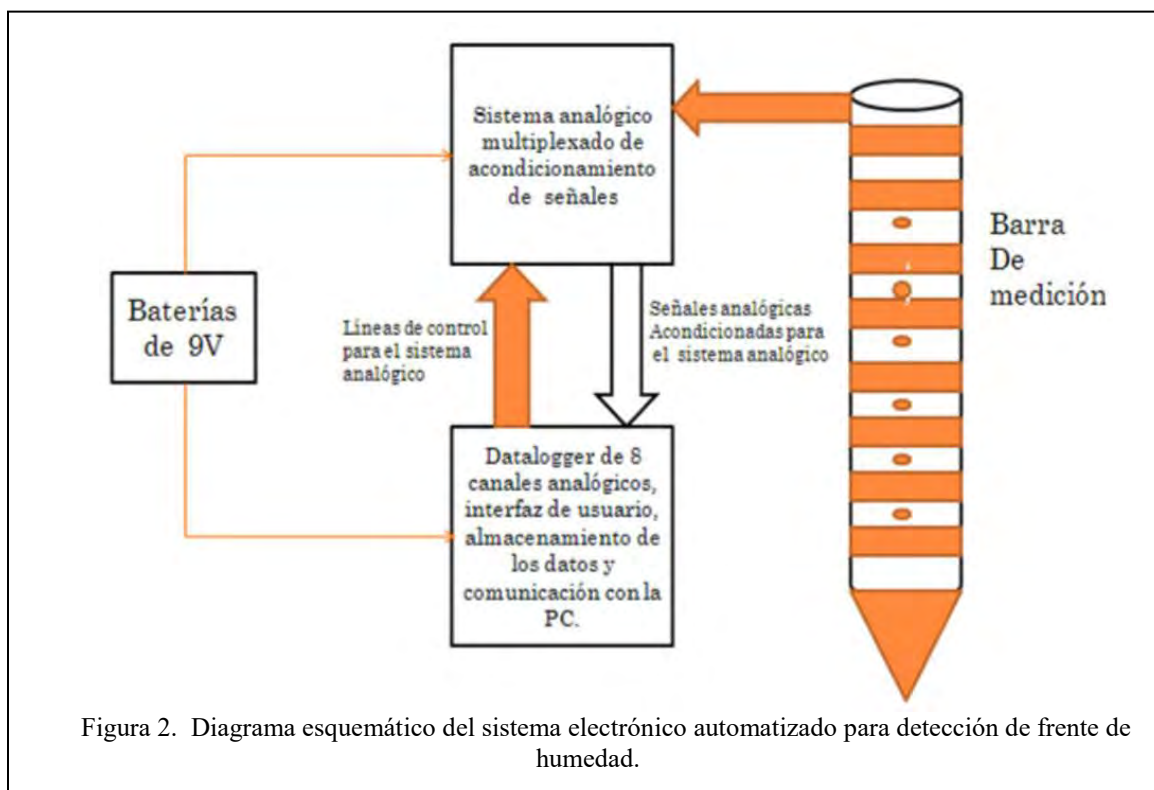


Figura 2. Diagrama esquemático del sistema electrónico automatizado para detección de frente de humedad.

El conjunto de datos resultante se procesa mediante un algoritmo de procesamiento digital de señales para generar un perfil de conductividad en el suelo. Así, el registro histórico de los cambios de impedancia con respecto al inicio del ciclo de riego sirve para obtener un perfil de velocidad del agua hacia la profundidad del suelo y permite

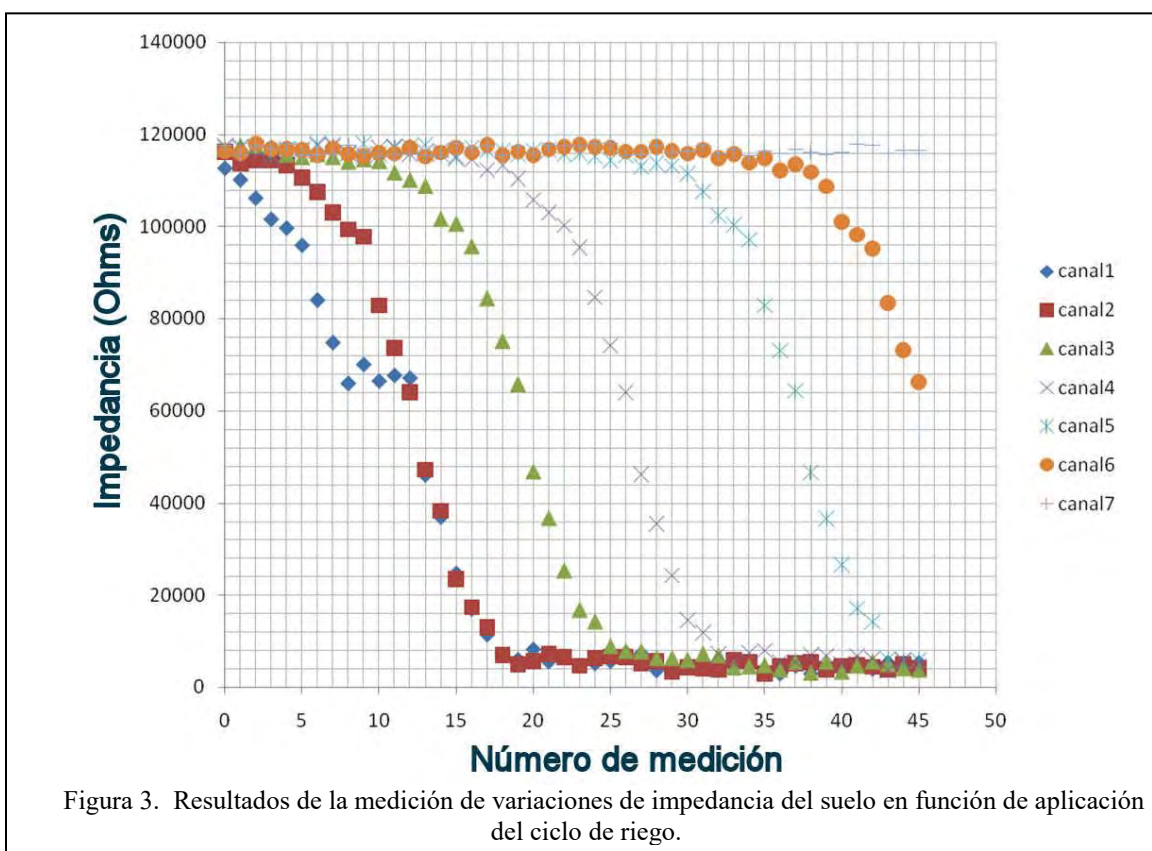
modelar las propiedades de conductividad hidráulica.

El prototipo puede medir conductividad del suelo en el rango de 0 a 50 cm, que es la región en la que se encuentra la raíz de la mayoría de los cultivos en Michoacán. El equipo permite seleccionar la magnitud de la corriente utilizada (20mA, 2mA, 0.2 mA) y la frecuencia de la señal en el rango de 10 KHz a 1 MHz. Para probar el prototipo el arreglo de electrodos se insertó en una muestra de suelo arcilloso (62% arcilla, 19% limo, 19% arena) y se aplicó riego a razón de 1.5 l/hr.

### Comentarios finales

#### Resultados

La Figura 3 muestra las variaciones de impedancia calculada para cada uno de los niveles (canales) de medición, después del inicio del ciclo de riego.



Conforme aumenta la cantidad de agua aplicada a la muestra, la impedancia del suelo disminuye. Cuando el agua añadida va saturando la profundidad de la muestra, continúa propagándose hacia el fondo y resulta en una disminución de la impedancia de la muestra en niveles subsecuentes. Así, la propagación del agua se puede medir, y la localización del frente de humeado se puede determinar detalladamente a lo largo de la profundidad de la muestra por niveles en base a las mediciones de cambios de impedancia de la muestra.

La curva correspondiente a las mediciones en el canal 1 ilustra una ventaja adicional del prototipo con respecto a los métodos de medición comerciales. La discontinuidad en la disminución de la impedancia puede deberse a diferentes contenidos en la capa de suelo. Por lo tanto es posible utilizar el método de medición propuesto en suelos con diferentes contenidos lo cual permite visualizar la progresión de la humedad a través de la variación de la impedancia.

#### Conclusiones

En este trabajo se presenta la construcción de una herramienta especializada en la determinación de las dinámicas de progresión del frente de humedad por medio de la medición de la impedancia eléctrica del suelo. A diferencia de los equipos electromagnéticos comerciales que se utilizan medir contenido de humedad del suelo, el equipo desarrollado permite medir detalladamente las variaciones en el contenido de agua a lo largo de la profundidad del suelo, conforme se inicia el ciclo de riego. Por lo tanto, el prototipo permite, no sólo medir cuando el agua ha llegado a una profundidad predeterminada, sino que también puede utilizarse para obtención de modelos de conductividad del suelo en base a datos del terreno específico. La utilización del equipo desarrollado, puede a la racionalización del agua utilizada para el riego que se traduce en ahorros significativos. La utilización del recurso agua puede contribuir al desarrollo sustentable favoreciendo la competitividad de los productores. El trabajo actual está dirigido a continuar con experimentación para efectos de validación.

#### *Agradecimientos*

Los autores agradecen el apoyo financiero del Tecnológico Nacional de Mexico bajo el número 5799.16-P para la realización de este trabajo.

#### **Referencias**

- Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hídrico 2007-2012," Edición 2008, ISBN 968-817-836-5, ISBN 978-968-817-836-2.
- Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hídrico 2014-2018," Mexico, 2014. Disponible en línea: <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=28>, último acceso: 01/10/2016
- Comisión Nacional del Agua. "Estadísticas del Agua en México," Comisión Nacional del Agua, Insurgentes Sur No. 2416, Col. Copilco el Bajo, C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F., pp. 61. Disponible en línea. <http://www.conagua.gob.mx>, Fecha de último acceso: 16 de febrero del 2016.
- Gutierrez-Gnecchi, J. A., Lobit, P., Lánderos-Páramo, F., Téllez-Anguiano, A., Méndez-Patino, A. "Automated Wetting Front Detector," IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA), Cuernavaca, Morelos, pp. 320-324, 2011.
- Gutierrez-Gnecchi, J. A., Mendez-Patiño, A., Landeros-Paramo, F., Tellez-Anguiano, A. del C., Lorias Espinoza, D. "Investigation of Wetting Front Propagation Dynamics Using Soil Impedance Measurements: Implications for Modelling and Irrigation Scheduling," Water Resources Management, Volume 29, No. 1, pp 197-210, 2015.
- Kelleners, T.J., Robinson, D. A., Shouse, P. J., Ayars, J. E., Skaggs, T. H. "Frequency dependence of the complex permittivity and its impact on dielectric sensor calibration in soils," Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 69, pp. 67-76, 2005.
- Stirzaker, R. "Factors Affecting Sensitivity of Wetting Front Detectors,". Acta Hort. Vol. 792, pp. 647-653, 2008.
- Stirzaker, R. J., Hutchinson, P. A. "Irrigation controlled by a wetting front detector: field evaluation under sprinkler irrigation," Australian Journal of Soil Research Vol. 43, No. 8, pp. 935-943 2005.

# LA DISPOSICIÓN PARA APRENDER EN EMPRESAS DEL CLÚSTER AUTOMOTRIZ DE LA REGIÓN DEL CENTRO DE MÉXICO

Dr. Sergio Méndez Valencia<sup>1</sup>, Dra. Celina López Mateo<sup>2</sup>,  
Dr. Rubén Molina Sánchez<sup>3</sup> y Mtra. Blanca Cecilia Salazar Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente trabajo forma parte del estudio denominado “Análisis de las capacidades tecnológicas de la cadena de valor del clúster automotriz en la región centro y su impacto en el desarrollo territorial y en la competitividad empresarial”. En el caso de la presente ponencia se muestran los primeros resultados encontrados en dicha indagación y solo se describen las variables que permiten evaluar la disposición para aprender en 47 empresas de la región del centro de México. Los hallazgos pueden resultar fundamentales dado que el constructo denominado “Empresa que aprende o *Learning organization*”, es considerado por algunos académicos, la siguiente generación en cuanto al estudio de los recursos humanos se refiere.

**Palabras clave**—empresa que aprende, disposición hacia el aprendizaje, clúster automotriz, recursos humanos.

## Introducción

Como prácticamente cualquier cosa en este mundo y en este momento, los lugares de trabajo están sufriendo cambios exponenciales. Las organizaciones a menudo esperan que el aprendizaje y la generación de conocimiento estén presentes de manera continua en los colaboradores y que ellos los transmitan, de forma que promuevan el aprendizaje grupal y a lo largo de la empresa (Marsick y Watkins, 2003). Conforme las mismas investigadoras, el departamento de recursos humanos debe redefinir su papel en la empresa buscando posicionar la idea de cultivar el aprendizaje estratégico/informal para mejorar el rendimiento de la misma y así conseguir las metas de la compañía.

Senge (1998) define a la organización inteligente como “una organización que aprende y continuamente expande su capacidad para crear su futuro...que continuamente conjuga el aprendizaje adaptativo con el aprendizaje generativo, un aprendizaje que aumenta nuestra capacidad creativa” (p.24). El autor profundiza en el tema del aprendizaje organizacional al proponer cinco disciplinas para lograrlo, las cuales se enfocan en el nivel individual y grupal (Dasgupta, 2012): dominio personal y aprendizaje en equipo; y en el nivel organizacional: modelos mentales, visión compartida, y enfoque sistémico.

En muchos casos los conceptos aprendizaje organizacional y empresa que aprende son usados como sinónimos (Song, Joo y Chermack, 2009; Jensen, 2009). Existe una creciente dicotomía en la que se han creado dos corrientes: la del aprendizaje organizacional por un lado y la de la empresa que aprende por el otro (Song, Joo y Chermack, 2009).

Con base en lo anterior, Song, Joo y Chermack (2009) entienden al aprendizaje organizacional como el proceso

<sup>1</sup> Dr. Sergio Méndez Valencia, Profesor de tiempo completo del Departamento de Administración y Finanzas de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra, Colaborador del Cuerpo Académico Consolidado Desarrollo y Gestión de la Mipyme. [smendezva@gmail.com](mailto:smendezva@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Dra. Celina López Mateo, Profesor de tiempo completo del Departamento de Administración y Finanzas de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra, miembro del Cuerpo Académico Consolidado Desarrollo y Gestión de la Mipyme. [celinalm@gmail.com](mailto:celinalm@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Rubén Molina Sánchez, Profesor de tiempo completo del Departamento de Administración y Finanzas de la División de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad de Guanajuato Campus Celaya-Salvatierra, miembro del Cuerpo Académico Consolidado Desarrollo y Gestión de la Mipyme. [humanaruben@gmail.com](mailto:humanaruben@gmail.com)

<sup>4</sup> Mtra. Blanca Cecilia Salazar Hernández, Instituto de Ciencias Económico Administrativas (ICEA), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, [bsalazar@uach.edu.mx](mailto:bsalazar@uach.edu.mx)

de aprendizaje colaborativo que siguen las personas; mientras que las empresas que aprenden son el entorno natural y/o características de la organización que pudieran promover un proceso continuo de aprendizaje organizacional. El aprendizaje organizacional analiza el proceso de aprendizaje sin necesariamente poner mucha atención en los resultados. Mientras que en las empresas que aprenden todo gira en torno a los procesos de aprendizaje que transforman el conocimiento local o individual en conocimiento colectivo.

Marsick y Watkins (2003) buscaron desarrollar y validar un instrumento que evaluara la disposición para aprender en las organizaciones el cual fue aplicado a participantes de compañías que se encontraban en programas ejecutivos de la Escuela de Negocios de la Universidad de Columbia, en la Red de Sistemas Sociotécnicos y en numerosos estudios en Malaysia, Colombia, los Países Bajos y los Estados Unidos de América. En la tabla no. 1 se describen cada una de las dimensiones que conforman dicha herramienta a la cual denominaron *Dimensions of the Learning Organization Questionnaire (DLOQ)*, lo que de manera literal se traduciría como “Cuestionario de las dimensiones de la empresa que aprende”.

Tabla no. 1. Definición de las dimensiones que conforman el DLOQ

Dimensión	Definición
Crear continuamente oportunidades de aprendizaje	El aprendizaje es diseñado dentro del trabajo por lo tanto la gente puede aprender dentro del mismo. El lugar de trabajo es un sitio preparado para que la gente pueda aprender.
Promover la investigación y el diálogo	Los colaboradores generan habilidades para expresar sus puntos de vista y la capacidad de escuchar e indagar sobre otras perspectivas. La cultura cambia para apoyar el cuestionamiento, la retroalimentación y la experimentación.
Alentar la colaboración y el trabajo en equipo	El trabajo está diseñado para trabajar en grupos y acceder así a diferentes formas de pensamiento. Los grupos esperan aprender y trabajar juntos. La colaboración es apreciada y recompensada por la cultura.
Crear sistemas para capturar y compartir el aprendizaje	Se crean sistemas de alta y baja tecnología para compartir el aprendizaje y estos son integrados al trabajo. El acceso a dichos sistemas es permitido y los sistemas reciben mantenimiento constante.
Se empodera a las personas en busca de una visión colectiva	Se involucra a las personas en el ajuste, apropiación e implementación de una visión conjunta. La responsabilidad se distribuye de manera cercana a la toma de decisiones para que de esta manera la gente se motive a aprender más allá de lo que corresponde a sus responsabilidades.
Conectar a la organización con su entorno	Se ayuda a las personas a visualizar el efecto de su trabajo en el conjunto de la empresa. La gente explora el ambiente y usa la información para ajustar las prácticas de trabajo. La organización se vincula con la comunidad.
Liderazgo estratégico para el aprendizaje	Se cuenta con un modelo de liderazgo y apoyo al aprendizaje. El liderazgo utiliza el aprendizaje estratégicamente para conseguir los resultados del negocio.

Fuente: Marsick y Watkins (2003).

Es necesario hacer notar que el modelo que resulta, apoya el argumento de Senge quien en 1998 propuso “La



Quinta Disciplina". El pensamiento sistémico, definido en la propuesta de Marsick y Watkins (2003) como la posibilidad de realizar conexiones sistémicas para capturar y compartir el conocimiento, es el vínculo que hace que las otras disciplinas funcionen. Se podría concluir que la cultura de aprendizaje se encuentra en las mentes y corazones de las personas y que las dimensiones propuestas son necesarias pero no suficientes para promover el aprendizaje en las organizaciones (Marsick y Watkins, 2003), para generar una empresa dispuesto hacia el aprendizaje.

### Descripción del método

La presente investigación contó con un alcance de investigación descriptivo, razón por la cual no se establecieron hipótesis. El diseño de investigación que se utilizó fue del tipo no experimental, transeccional- descriptivo (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014).

La muestra la conformaron 47 empresas del clúster automotriz ubicado dentro de los estados de Guanajuato, Hidalgo y Querétaro.

Para la evaluación se utilizó la versión de siete ítems del DLOQ (Marsick y Watkins, 2003) propuesta por Muñoz (2013), quien a partir del análisis factorial reportado por Song, Joo y Chermack (2009), buscaba identificar los ítems principales que permitieran la valoración del constructo disposición hacia el aprendizaje con el mínimo de pérdida de información posible. Los reactivos utilizados fueron los que se pueden revisar a continuación en la tabla no. 2.

Tabla no. 2. Los siete ítems para medir a las organizaciones que aprenden

Dimensión	Acción específica	Ítem
Crear continuamente oportunidades de aprendizaje	Ser recompensado por aprender	En mi organización, a las personas se les recompensa por aprender
Promover la investigación y el diálogo	Dedicar tiempo para construir la confianza mutua	En mi organización, las personas dedican tiempo para construir la confianza entre unos y otros
Alentar la colaboración y el trabajo en equipo	Revisar la forma de pensar con información	En mi organización, los grupos y los equipos de trabajo revisan sus puntos de vista como resultado de las discusiones grupales o de la recolección de información
Crear sistemas para capturar y compartir el aprendizaje	Poner a disposición de los empleados el aprendizaje de la organización	Mi organización pone a disposición de todos los empleados las lecciones que ha aprendido
Se empodera a las personas en busca de una visión colectiva	Reconocer la iniciativa del personal	Mi organización reconoce a los empleados que tienen iniciativa
Conectar a la organización con su entorno	Trabajar con el exterior	Mi organización trabaja con la comunidad exterior para resolver conjuntamente sus necesidades mutuas
Liderazgo estratégico para el aprendizaje	Proveer oportunidades para aprender	En mi organización, los líderes continuamente buscan oportunidades para aprender

Fuente: Adaptado de Muñoz (2013).

Esta parte del instrumento contaba con seis opciones de respuesta y se le solicitaba a quien lo contestaba que respondiera a cada una de las afirmaciones, determinando hasta qué punto la práctica ilustrada en la afirmación se aplicaba a su organización. En este caso, uno significaba que la afirmación raramente o casi nunca ocurría y seis a una práctica que casi siempre ocurría en su departamento o grupo de trabajo.

El levantamiento de la información se inició en el mes de junio de 2016 a través de entrevistas directas con el director general, director de proyectos, director financiero, dueño o gerente de la compañía. En otros casos la

encuesta se realizó de manera telefónica o por correo electrónico.

### Resultados

La confiabilidad reportada para los siete ítems que buscaban evaluar la disposición hacia el aprendizaje fue de un alpha de Cronbach de .966, lo cual muestra la consistencia interna de esta parte del instrumento.

En cuanto a los valores reportados por cada uno de los ítems, mismos que buscaban valorar las distintas dimensiones que considera el DLOQ, se pueden observar en la tabla no. 3.

Tabla no. 3. Valores obtenidos

Dimensión	Ítem	Media obtenida	Desviación estándar
Crear continuamente oportunidades de aprendizaje	En mi organización, a las personas se les recompensa por aprender	3.55	1.70
Promover la investigación y el diálogo	En mi organización, las personas dedican tiempo para construir la confianza entre unos y otros	3.83	1.55
Alentar la colaboración y el trabajo en equipo	En mi organización, los grupos y los equipos de trabajo revisan sus puntos de vista como resultado de las discusiones grupales o de la recolección de información	3.94	1.88
Crear sistemas para capturar y compartir el aprendizaje	Mi organización pone a disposición de todos los empleados las lecciones que ha aprendido	4.00	1.84
Se empodera a las personas en busca de una visión colectiva	Mi organización reconoce a los empleados que tienen iniciativa	4.17	1.64
Conectar a la organización con su entorno	Mi organización trabaja con la comunidad exterior para resolver conjuntamente sus necesidades mutuas	3.36	1.79
Liderazgo estratégico para el aprendizaje	En mi organización, los líderes continuamente buscan oportunidades para aprender	3.94	1.82

Fuente: Elaboración propia a partir del esquema propuesto por Muñoz (2013), así como en los datos recolectados.

Como se puede observar en la tabla no. 3, los valores obtenidos en cada una de las variables se ubicaron por encima del 3, lo que significaría que los respondientes consideraron que la práctica que describe el ítem suceden con cierta frecuencia en su organización y con esto se estarían acercando a una organización dispuesta al aprendizaje, también denominada como empresa que aprende. Sin embargo, es importante hacer notar que las desviaciones estándar reportadas para cada variable muestran cierta variabilidad en los resultados, lo cual debe también ser tomado en cuenta.

## Comentarios finales

### *Resumen de resultados*

Los resultados muestran que la parte del instrumento que corresponde a la evaluación de la disposición hacia el aprendizaje presentaron consistencia interna, por lo tanto, los resultados pueden ser tomados en cuenta. Los resultados mostrarían que los directivos de las organizaciones consideradas dentro de la muestra, perciben un acercamiento al constructo denominado empresa que aprende.

### *Conclusiones*

Con base en los resultados se puede observar que los directivos de las organizaciones encuestadas perciben que en sus empresas se ve favorecido el aprendizaje continuo, se dedica tiempo para construir la confianza entre los colaboradores, se buscan los espacios para revisar los puntos de vista de los otros a partir de las discusiones grupales o de la recolección de información, la organización pone a disposición de todos los empleados las lecciones que ha aprendido, se reconoce la iniciativa de los empleados, se trabaja con la comunidad y se proveen oportunidades para aprender. Lo anterior se debe analizar bajo el contexto de que el instrumento consideraba una escala del 1 al 6 y en los resultados se pudo observar que los promedios siempre se encontraron por encima del 3, siendo el valor más bajo 3.36 en la variable *Conectar a la organización con su entorno* y el más alto 4.17 en la dimensión *Se empodera a las personas en busca de una visión colectiva*.

Lo anterior resulta relevante al considerar que el clúster automotriz se ha caracterizado por mostrar un importante interés no solo en el aprendizaje organizacional, es decir, en generar conocimiento; sino también en preparar a sus organizaciones para aprovechar y permear dicho aprendizaje. La relevancia de este primer estudio, puede radicar precisamente en la evidencia empírica que muestra respecto a este hecho.

### *Recomendaciones*

Para continuar con el estudio de las organizaciones que aprenden, se recomienda aumentar la muestra para saber si se mantiene la tendencia o no, en este sector. Por otro lado, otra idea sería comparar los resultados de las empresas de este clúster automotriz con otro(s) de distintas partes del territorio o incluso con aquellos dedicados a otro tipo de industria.

## Referencias

- Dasgupta, M. (1 de febrero de 2012). Conceptual Paper: Organizational Learning and its Practices. *Sage Open*, 1-11.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta. ed.)*. México, DF, México: McGraw Hill.
- Jensen, P. E. (2005). A contextual theory of learning and the learning organization. *Knowledge and Process Management*, 12(1), 53-64.
- Marsick, V. J. y Watkins, K. E. (2003). Demonstrating the Value of an Organization's Learning Culture: The Dimensions of the Learning. *Advances in Developing Human Resources*, 5 (2), 131 – 151. doi: 10.1177/1523422303251341
- Muñoz, J. (2013). *Los siete ítems para medir a las organizaciones que aprenden*. Manuscrito no publicado, Universidad Vasco de Quiroga, Morelia, Michoacán, México
- Senge, P. (1998). *La Quinta Disciplina. El Arte y la Práctica de la Organización Abierta al Aprendizaje*. México, D.F.: Ediciones Granica México.
- Song, J. H., Joo, B. y Chermack, T. J. (2009). The Dimensions of Learning Organization Questionnaire (DLOQ): A Validation Study in a Korean Context. *Human Resource Development Quarterly*, 20 (1), 43 – 64.

# ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO Y TECNOLÓGICO EN LAS TALABARTERÍAS: CASO DE ESTUDIO DE LA TALABARTERÍA LA GUADALUPANA EN VALLADOLID, YUCATÁN

M.C. Jesús Moisés Mendoza Arzápalo<sup>1</sup>

**Resumen**—La creatividad del artesano vallisoletano que por tradición lo es, queda manifiesta en la talabartería, ésta les permite plasmar obras artísticas en las innumerables transformaciones que de la piel hacen los maestros, creando objetos útiles y duraderos, hablese de un monedero hasta un portafolios cincelado, todo es pericia y arte, la manera artesanal de trabajar el cuero del talabartero vallisoletano no ha tenido grandes cambios con el tiempo. Por otro lado en la talabartería “La Guadalupana” ha logrado aumentar su producción con base en la incorporación de algún tipo de máquinas entre las que sobresale por su impacto en el volumen de producción: la Suajadora; la manera de operar esta maquinaria fue aprendida por los artesanos como los demás aspectos del oficio, por ensayo y error. Un nuevo consumidor, el turista, redefine día a día con sus preferencias, las posibilidades y perspectivas de la talabartería vallisoletana.

**Palabras clave**—talabartería, talabartero, proceso de producción, artesanía, taller.

## Introducción

Desde su fundación en el siglo XVI, la ciudad de Valladolid adquirió una importancia sólo superada por la de Mérida y Campeche. La consolidación de un sector relevante de blancos que explotaron al principio encomiendas y posteriormente haciendas y ranchos azucareros, propició –seguramente desde muy temprano– la aparición de grupos de artesanos que elaboraban productos para este sector enriquecido con el trabajo de los mayas de las comunidades del hinterland (García Bernal, 1972; Suárez Molina, 1977).

Así, a fines del siglo XIX, existían en Valladolid las siguientes actividades artesanales: zapatería, curtiduría, talabartería, platería, carpintería, sastrería, panadería, albañilería, jabonería, carretería, hojalatería, cohetería y pasamanería, entre las que registran las fuentes.

Hace unos cinco años, algunos talabarteros motivados por el auge de la zona turística del caribe mexicano, empezaron a ensayar el hacer huaraches. El proceso de autoaprendizaje fue lento e implicó la aplicación creativa de los conocimientos del oficio de la talabartería a la elaboración del “zapato tejido o huarache”. Repetidas veces, los maestros talabarteros desmontaban huaraches de turistas que les eran entregados para reparar o que ellos mismos compraban en Mérida, y trataban una y otra vez de reconstruirlos y/o sacar los moldes para así poder elaborar en mano propia este calzado hasta hace unos años desconocidos en la zona.

Las materias primas que el talabartero utiliza en la producción de alpargatas son: suela, cuero, piel “oscario”, lona, piel de ángel, hilera, almidón, pegamento “tempo”, tela, clavos, puntillas, aceite quemado, hebillas, ojillos y remaches. Los instrumentos básicos que se emplean en el proceso de elaboración de alpargatas son: plumas, cuaderno de talabartero, moldes, compás, remachador, lezna, sellos, sacabocados, estaqueador, desarmador, agujas, bruñidor, cuchillos, chaira, piedra de afilar, asentador, trozo, planchuela martillo, sacaclavos, máquina de coser, prensa para suela, sillas y mesas de trabajo.

El proceso de trabajo es concebido por el propio artesano como dividido en dos fracciones básicas: la elaboración de talones y la elaboración de plantillas. La elaboración de talones incluye el trazo de los mismos sobre el cuero usando los moldes respectivos. La pericia de un buen talabartero se mide por su capacidad de aprovechar toda una piel sabiendo acomodar y trazar los moldes y desperdiciando el mínimo del material. Después del trazo se van cortando los talones con un cuchillo de talabartero. De cuando en cuando el maestro afila su cuchillo con la chaira o le asienta el filo con el asentador. Por cada talón se corta una vista y un forro que se pega con almidón, se tratan con aceite quemado, se “costuran” en la máquina y se alinean con cuchillo. Usando lezna, aguja y estaqueador se ponen

<sup>1</sup> M.C. Jesús Moisés Mendoza Arzápalo es Profesor del Instituto Tecnológico Superior de Valladolid en el estado de Yucatán.  
[moisesmendoza80@hotmail.com](mailto:moisesmendoza80@hotmail.com) (autor corresponsal)

las hebillas a los talones de la alpargata.

La elaboración de plantillas incluye el trazo en la llanta y en la suela, utilizando los moldes respectivos como referencia. Viene después el corte de llanta y suela con cuchillo. Posteriormente se adhieren llanta y suela con pegamento, se “clavetean” y se alinean. Una vez concluidos los talones y las plantillas viene el armado de la alpargata. Haciendo “caladuras” a la plantilla se adaptan los talones y se clavan. Se hacen finalmente los ojillos a la traba de la alpargata. Lo que aquí se ha presenciado es una descripción sintética del proceso que hay que seguir para elaborar unas alpargatas. En realidad este proceso es más complejo, tienen muchos detalles e implica no sólo experiencia y pericia sino también una buena condición física.

Hay tres tipos de unidades productivas: a) el pequeño taller del maestro artesano, b) el taller artesanal y c) el “taller capitalista”.

a).- Los pequeños talleres trabajan por lo general con el sistema que podemos denominar “por encargo”. De esta forma, los campesinos de la región solicitan la hechura –sobre medida y según preferencias personales– de alpargatas, fundas, correas para machetes y cinturones principalmente. También elaboran los talabarteros sillas de montar y otros aparejos de caballería. El campesino paga un anticipo por la prenda solicitada y recibe indicaciones del día en que podrá recoger los artículos en cuestión.

Además, algunos artesanos mantienen un pequeño número de piezas –principalmente alpargatas– que, colgadas de un cordel que atraviesa el taller de una pared a otra, aguardan a algún cliente que por cualquier razón no pueda esperar la hechura de un par sobre medida.

También se da el caso de que estos artesanos confeccionen productos y los entreguen a los comerciantes de Valladolid o a “viajeros” quienes recorren las comunidades del hinterland vendiendo artículos diversos.

b).- Los talleres artesanales de talabartería cuentan siempre con uno o dos aprendices que ayudan al maestro-patrón o a los demás maestros del taller. Producen “por encargo” y entregan a veces “pedidos” a comerciantes de Valladolid o de algunas comunidades incluso del estado de Quintana Roo.

c).- Hay en Valladolid un “taller capitalista” que concentra entre siete u ocho maestros y un número poco mayor de aprendices o “secres”. El destino de la producción de este taller lo constituyen tres tiendas propiedad del patrón, ubicadas en el centro –dos– y en el mercado –una– de la ciudad de Valladolid respectivamente. En estos establecimientos, campesinos y turistas pueden adquirir alpargatas, cinturones, bolsas, fundas de machete y huaraches que se producen en el taller del patrón o en pequeñas unidades productivas subordinadas bajo el sistema de maquila. Sin embargo, la existencia de esta unidad de producción no deja de ser precaria.

### **Descripción del Método**

El enfoque para el desarrollo de la investigación es un enfoque cualitativo; en la investigación cualitativa, (Rodríguez et al. 1996, p.62) se ha planteado, por un lado, que observadores competentes y calificados pueden informar con objetividad, claridad y precisión acerca de sus propias observaciones del mundo social, así como las experiencias de los demás. Por otro lado los investigadores se aproximan a un sujeto real, un individuo real, que está presente en el mundo y que puede, en cierta medida, ofrecernos información sobre sus propias experiencias, opiniones, valores... etcétera. Por medio de un conjunto de técnicas o métodos como las entrevistas, las historias de vida, el estudio de caso o el análisis documental el investigador puede fundir sus observaciones con las observaciones aportadas por los otros, ya sea una persona entrevistada o informante.

De igual manera esta investigación se analiza mediante el estudio de casos. Al hablar del diseño de un estudio de casos, se pretende ordenar un conjunto de fenómenos, que puedan en un momento dado, tener algún sentido, para poder comunicar a otras personas este sentido (Erlandson, 1993, citado por Rodríguez et al. 1996, p.91). Todas las decisiones tomadas a lo largo de la realización de la investigación, se pueden considerar como previamente planificadas y la concreción de ésta, se realizó al aplicarla en un estudio de casos, o lo que es lo mismo, la selección del escenario desde el cual se recogió información pertinente para dar respuesta a las cuestiones de investigación.



El tipo de investigación es descriptiva, la cual tiene como propósito especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández, Fernández y Batista, 2010).

### Comentarios Finales

A continuación se incluyen un resumen de los resultados, las conclusiones, y las recomendaciones.

#### *Resumen de resultados*

Caso: Talabartería la Guadalupeana.

Inicia con el papa de los Pisté en el año de 1965, al principio el señor José Pisté boleaba zapatos en los parques, eso lo motivo a interesarse en la fabricación de los zapatos, sus primeros calzados fueron los huaraches, las sandalias y las alpargatas hasta que logro establecerse en un puestecito en el mercado de Valladolid "Donato Bates", que hasta la fecha sigue vigente, y también tiene su taller en la calle 42 donde sigue fabricando.

Sus cuatro hijos Pedro, Juan, Jorge y María han aprendido el oficio y toda la familia entera se dedica a este negocio. De igual manera han diversificado el calzado realizando también marroquinería.

Actualmente los cuatro hijos trabajan en la talabartería la guadalupana, en donde el señor José Piste sigue como dueño del negocio. Los hijos trabajan de manera independiente, cada uno de ellos tiene a sus propios colaboradores. Pedro tiene cuatro personas que lo apoyan, Juan tiene a cinco, Jorge tiene a tres, María tiene a tres también. En total trabajan 15 personas en la Talabartería la guadalupana. Ellos comentan que son cuatro "jefes" diferentes, no se han podido ponerse de acuerdo para estar en una sola línea de fabricación ya que les funciona su estructura organizacional actual. Pedro, el hermano mayor comentó: "ya es momento de que cada uno como hermanos nos independicemos y comencemos a crear y crecer nuestro negocio" que de hecho el a partir de Enero de 2015 en el pueblo de Tinum comenzará a trabajar de manera independiente.

En cuanto al proceso productivo, se realiza de la siguiente manera, se inicia con el diseño, se van imaginando el modelo de zapato, luego ese modelo que se tiene en mente lo dibujan a lápiz con papel, luego que se tiene presentar en la horma el molde, todo este proceso de simulación se realiza con papel y posteriormente ya se hace en un contexto más real. Se ven los pequeños errores que pueda tener y se apoyan entre hermanos, van retroalimentando el modelo. Y hasta se decide si pasa o no pasa el modelo inclusive hace el pronóstico de posibilidad de venta.

Después que ya se ha aprobado el modelo se compran los materiales, la compra de materiales la se realiza los lunes todos los talabarteros van los lunes a comprar sus materias y a partir del martes comienzan a producir hasta los sábados adecuados si es para dama generalmente utilizan la piel del Carnero ya que es un material muy suave, aceptado por la gente y muy durable. La piel la compran con Don Jesús Chávez que es la única curtiembre que hay en Valladolid, de hecho este señor no se da abasto en la distribución que pieles y este compra toda la piel que se genera en Tizimín y diversas comunidades en Yucatán sus proveedores directos vienen desde la ciudad de León pieles de cerdo, carnero y res. En el pueblo de Temozón es donde Don Jesús Chávez tiene la parte más fea de la producción de la piel, despellejada y limpieza de la piel de sangre y grasa.

Continuando con el proceso de producción se mide y se traza sobre la piel las plantillas tanto la parte superior del calzado como la parte inferior del calzado; luego sigue el proceso de corte de ambas partes; cabe mencionar que la parte inferior del calzado se compone de dos partes la primera y la segunda parte, en donde la primera parte hace contacto con el pie y la segunda parte con el piso. Durante el proceso de ensamble final se une la parte superior con la primera parte utilizando la máquina de costura y Resistol en las diferentes partes del calzado posteriormente se le realizan las pruebas y ajustes con las hormas para darles la forma del pie. Después que se hace con los ajustes con las hormas se procede a pulir y finalmente a embolsar el calzado para su distribución y venta.

Actualmente están presentando modelos innovadores en cuanto a la presentación del calzado ya que utilizan, piel, tela de mezclilla y hule. Comentan que la inclusión de tela en sus modelos ha marcado la diferencia sobre los otros Talabarteros.

El proceso de producción se realiza de manera manual y en dos días puede realizar aproximadamente 20 pares; 10 pares por día en una jornada de ocho horas.

Aspectos más simples como la mecanización de sus procesos y no tan costosos comentan que si tienen la visión de querer hacerlo y calculan que en dos años ya debieran tener por lo menos la suajadora. Desconocen que los diseños que realizan en papel y lápiz se pueda hacer en algún software como el autocad de hecho no sabían que existía el autocad o cualquier software para agilizar sus diseños.

Comentan también que si tuvieran la maquina suajadora el proceso de corte se reduciría hasta en un 60%. Pero no la han adquirido porque creen que es una maquina muy cara y tampoco la han presupuestado. Otra máquina importante es la desbastadora. Tienen una máquina de costura semi industrial eléctrica ajustada con un rodillo para que pueda costurar la piel. También tienen la prensa de rodillo manual que tiene el motor para mecanizarla pero por falta de tiempo aun no lo han hecho.

Aunque no ha cambiado el proceso de fabricación del calzado si han dejado de utilizar algunos elementos como las tablas en lugar de éstas utilizan nylamid porque cuando cortan la piel es más suave y no resbala tanto como cuando se realiza sobre la madera; los cortes de la piel lo realizan con cutter o cuchillos.

En cuanto al proceso de comercialización comentaron que pertenecen a una asociación de talabarteros, actualmente quedan ocho en la agrupación que les permite participar de manera activa en domingo vallisoletano donde ponen sus puestecitos y ahí venden sus productos, de igual manera a través de esta participan en las diferentes ferias que se llevan en ciudades importantes del interior del país la más reciente fue en la feria de Xmatkuil donde tuvieron una venta importante.

Consideran que el calzado y la marroquinería tienen buena demanda a pesar que tienen aspectos muy artesanales en sus procesos, si ven con buen futuro este negocio.

### *Conclusiones*

A pesar de que el proceso de fabricación, es meramente artesanal si debieran mecanizarse algunos procesos para optimizar y hacer más eficiente la realización del calzado, sobre en el proceso de ensamble donde se aplica pegamento, en el rodillo manual.

En los talleres entrevistados nos dimos cuenta que todos si aplican la división del trabajo aunque se da en forma sencilla, ya que todos los trabajadores saben hacer de todo, si sería conveniente que ellos se asignasen las tareas del día según sea la necesidad, Se debiera crear un manual de procesos en el que se especifique que es lo que debe hacer cada uno de ellos paso a paso, todo esto es por experiencia y según las necesidades del taller en ese momento. Igual un sistema simple para controlar sus inventarios ya que en muchas ocasiones se quedan sin materia prima por creer que tenían en existencia.

Aunque no ha cambiado el proceso de fabricación del calzado si han dejado de utilizar algunos elementos como las tablas en lugar de éstas utilizan nylamid porque cuando cortan la piel es más suave y no resbala tanto como cuando se realiza sobre la madera; los cortes de la piel lo realizan con cutter o cuchillos. Pudieran incluir otras herramientas como otro tipo de cuchillos o de material más resistente para realizar el corte. Inclusive comprar una maquina suajadora simple no tan costosa para dichos cortes.

Cabe mencionar que el único proveedor de piel curtida de: res, carnero, cerdo y conejo, que tienen todos los talabarteros de Valladolid es el señor Jesús Chávez, también todos coincidieron que él es el único que maneja maquinaria industrial para costurar las pieles y a veces tienen que ir a su taller para utilizar esas máquinas ya que todos los entrevistados utilizan máquinas de cocer caceras y todo lo demás se hace a mano.

Para cerrar con este proyecto se visitó a la secretaría de fomento económico y a la secretaría de turismo local para solicitar un catálogo de los talleres de talabartería formales que tiene Valladolid y ninguna de las dos dependencias contaba con un catálogo actualizado.

### *Recomendaciones*

Elaborar un proyecto de adquisición de maquinarias y mejora del taller para hacer más eficiente la producción.

Distribuir adecuadamente el Taller para hacer un mejor uso del espacio destinado durante el proceso productivo.

Mecanizar el proceso productivo, ya que hay elementos del taller en los que se puede realizar sin tanta inversión.

Establecer nuevos canales de comercialización y puntos de venta para que sus productos más gente los conozca y se interesen en ellos.

Establecer un catálogo de calzados para que los clientes conozcan los diferentes modelos que se producen.

Utilizar las redes sociales de internet para un mejor posicionamiento del producto.

### Referencias

COPLAM 1986: Valladolid, Yuc. Diagnóstico. Valladolid.

García Bernal, Manuela Cristina 1981: La sociedad de Yucatán. 1700-1750. Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla, Sevilla.

González, María del Carmen, María Cecilia Lara y Arehmi Mendiburu 1981: La organización social de un barrio urbano en Valladolid, Yucatán. Universidad de Yucatán, Mérida, (Tesis de Licenciatura).

Quintal, Ella F. 1991: "La talabartería en Valladolid, Yucatán", en Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, vol. 6, no. 176.

Rodríguez, G., Gil, J., García, E., (1996) Metodología de la investigación cualitativa. Málaga, España, Aljibe.

Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Yucatán 1988: Los municipios de Yucatán. Centro Estatal de Estudios Municipales de Yucatán, México.

Suárez Molina, Víctor M. 1977: La evolución económica de Yucatán, México.

Terán, Silvia 1983: La joyería tradicional de Yucatán. Dirección General de Culturas Populares. SEP, México

Cuadernos de Cultura Yucateca No. 1. Varios Autores (1993). Cultor Servicios y Gobierno del Estado de Yucatán, Conaculta, INAH, México. ISBN 968-6718-04-4

## APENDICE

### Cuestionario para entrevista a las Talabarterías de Valladolid Yucatán

#### A) De la empresa:

Nombre o Razón Social: \_\_\_\_\_  
Domicilio: Calle \_\_\_\_\_ Número \_\_\_\_\_ Colonia \_\_\_\_\_ Cruzamientos \_\_\_\_\_  
Código Postal \_\_\_\_\_ Delegación o Municipio \_\_\_\_\_  
Entidad Federativa \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_  
Correo electrónico \_\_\_\_\_ Número de Empleados Actualmente \_\_\_\_\_  
Página de Internet \_\_\_\_\_ Facebook \_\_\_\_\_

#### A1. HISTORIA DE LA EMPRESA

1. ¿Me podría hablar un poco de la historia de esta empresa?
2. ¿Cómo fue que aprendió el oficio de talabartero y quien le enseñó?

#### A.2 PROCESO PRODUCTIVO Y TECNOLOGICO

3. ¿Cuáles son las características particulares de su artesanía? (estilo, fuente de inspiración, diseño)
4. ¿Qué desea proyectar por medio de su trabajo artesanal?
5. ¿Cuál es la técnica utilizada o las técnicas que domina?
6. ¿Qué materia prima utiliza y de dónde la extrae?
7. ¿Cuál es el proceso de fabricación y qué tipo de herramienta utiliza?
8. ¿Ha pensado en la mecanización de sus procesos artesanales?
9. ¿Por qué no ha invertido en nuevas máquinas para hacer más rápido el proceso de corte y costura?
10. ¿Conoce los programas de apoyo económico para mejorar su negocio?
11. ¿Con cuántos trabajadores cuenta para la elaboración de su producto?
12. ¿Cuál es su situación actual como artesano?

#### A.3 COMERCIALIZACION

13. ¿Ha participado en algún tipo de concurso o exposición? ¿Cuántas piezas vende al mes aproximadamente?
12. ¿En qué temporada vende más?
14. ¿Problemas que ha enfrentado para comercializar su producto? (materia prima, empaque, apoyos, puntos de venta etc.)

#### A.4 CARACTERISTICAS PARTICULARES

15. Comente sobre:
  - a) Funcionalidad de la talabartería
  - b) Representación cultural: (que tradición y por qué?)
  - c) Cambios que ha sufrido: (transformaciones)
  - d) Precio: Con ello se pierde también el vínculo con la memoria colectiva, lo que nos hace “pertener” y “prevalecer” a través de los tiempos.

# TRATAMIENTO MEDIANTE OXIDACIÓN DE LOS COLORANTES TEXTILES AMARILLO REACTIVO 84 Y ROJO REACTIVO 141: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE PROCESO

M. en C. Carlos Alfonso Mendoza Basilio<sup>1</sup>, Isabel Citlali Herrera Iturriaga<sup>2</sup>,  
Héctor Bolaños Díaz<sup>3</sup>, Dra. Teresa Ramírez Rodríguez<sup>4</sup> y Dr. Pablo Colindres Bonilla<sup>5</sup>

**Resumen**—En este trabajo se estudió la oxidación con Reactivo de Fenton, de dos de los colorantes textiles de tipo reactivo más importantes desde el punto de vista industrial. Estos colorantes se utilizan para teñir géneros textiles de celulosa (algodón, lino, etc.). Fueron tratados en solución modelo a concentraciones similares a las de las aguas residuales procedentes de la industria textil, para determinar la posibilidad de eliminar el colorante y reutilizar el agua tratada en procesos de tintura. Se siguió la descomposición del colorante mediante espectroscopia UV-VIS, variando parámetros de importancia, como concentración, temperatura y pH. La información obtenida resulta de utilidad para determinar las condiciones de tratamiento más adecuadas, teniendo en cuenta las condiciones con que el efluente sale del proceso de tintura.

**Palabras clave**—Oxidación, Fenton, Colorantes, Textil, Reciclado.

## Introducción

Las aguas residuales provenientes de la industria textil son difíciles de tratar a través de métodos convencionales, como los métodos biológicos, debido a que generalmente se trata de compuestos no biodegradables y que resultan tóxicos para los microorganismos (Singh-Kalra et al., 2011). En los años recientes ha ido en aumento la aplicación de procesos de oxidación avanzada para el tratamiento de efluentes provenientes de la industria textil, en virtud de las ventajas que presentan respecto de los métodos convencionales (Pesoutová et al, 2011).

Los colorantes textiles poseen estructuras complejas de alto peso molecular, generalmente poliaromáticas, lo cual hace muy difícil su degradación biológica y, en consecuencia, no pueden ser tratados de forma eficiente por métodos biológicos o fisicoquímicos tradicionales (Liu et al., 2004). Las altas concentraciones de colorantes contenidos en los efluentes textiles causan problemas significativos en las instalaciones de tratamiento (Sevimli et al., 2003). Las aguas residuales provenientes de la industria textil son una mezcla compleja de colorantes, tensoactivos, suavizantes y sales inorgánicas, por lo que una alternativa para tratarlos son las combinaciones de procesos de oxidación avanzada con métodos biológicos (Ledakowicz y Solecka, 2001).

Los colorantes reactivos son utilizados para colorear artículos hechos de fibras celulósicas en los que se desea una buena resistencia al lavado (solidez al lavado). Sin embargo, se trata de colorantes que poseen muy poca afinidad por la celulosa y esto origina un bajo rendimiento en la tintura, por lo que es necesario utilizar grandes cantidades de sal durante su aplicación para vencer la repulsión electrostática. Un alto porcentaje del colorante reactivo utilizado en la tintura no consigue fijarse al sustrato y es desechado al final del proceso, acompañado de grandes cantidades de sal (AATCC Technical Manual, 2007).

El Reactivo de Fenton es un medio adecuado para tratar aguas residuales que son difíciles de tratar por medios biológicos o que resultan tóxicas para la biomasa. Este método ha demostrado ser efectivo para remover tanto a colorantes textiles que se encuentren disueltos en el agua, como también a aquellos colorantes que no están disueltos, es decir, que se encuentran en dispersión. Su principal desventaja es que el catalizador empleado es capaz de formar flóculos con las moléculas de colorante y generar lodos (Robinson et al, 2001).

## Descripción del Método

<sup>1</sup> El M. en C. Carlos Alfonso Mendoza Basilio es alumno del Doctorado en Tecnología Avanzada en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria (CICATA-Legaria) del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. [camb8302@hotmail.com](mailto:camb8302@hotmail.com)

<sup>2</sup> Isabel Citlali Herrera Iturriaga es estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico de Nuevo León, Guadalupe, Nuevo León, México. [isa\\_titi@hotmail.es](mailto:isa_titi@hotmail.es)

<sup>3</sup> Héctor Bolaños Díaz es estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico de Nuevo León, Guadalupe, Nuevo León, México. [bolaoshector@yahoo.com](mailto:bolaoshector@yahoo.com)

<sup>4</sup> La Dra. Teresa Ramírez Rodríguez es Profesora y Jefa del Área de Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. [teresa.ramirez7715@gmail.com](mailto:teresa.ramirez7715@gmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Pablo Colindres Bonilla es Profesor de la Carrera de Ingeniería Ambiental y la Maestría en Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Nuevo León, Guadalupe, Nuevo León, México. [pablo.colindres@itnl.edu.mx](mailto:pablo.colindres@itnl.edu.mx) (autor corresponsal)



Las soluciones modelo de los colorantes se prepararon simulando un efluente textil. Las muestras utilizadas en este estudio fueron de colorantes de grado industrial, sin ninguna purificación ulterior. Las figuras 1 y 2 muestran las estructuras químicas de los colorantes estudiados.

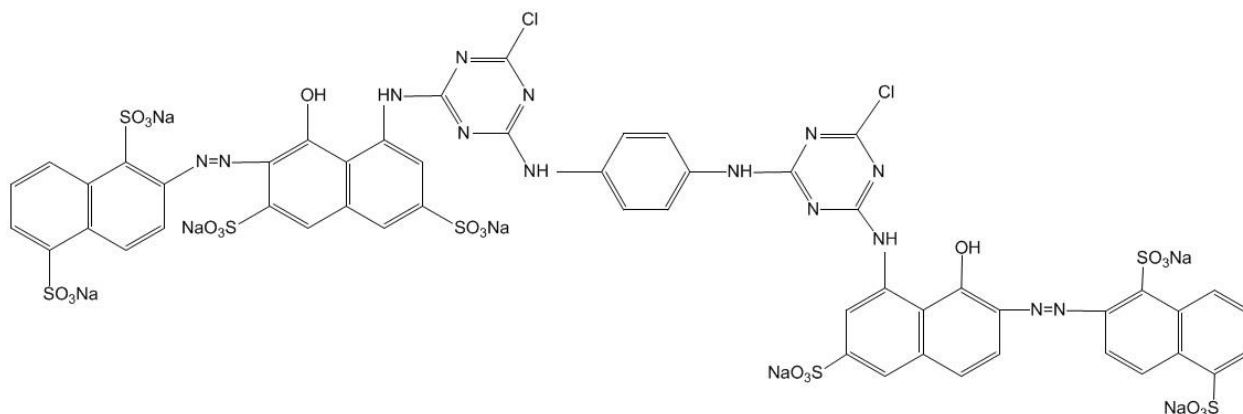


Figura 1. Estructura del colorante Rojo Reactivo 141 (RR141).

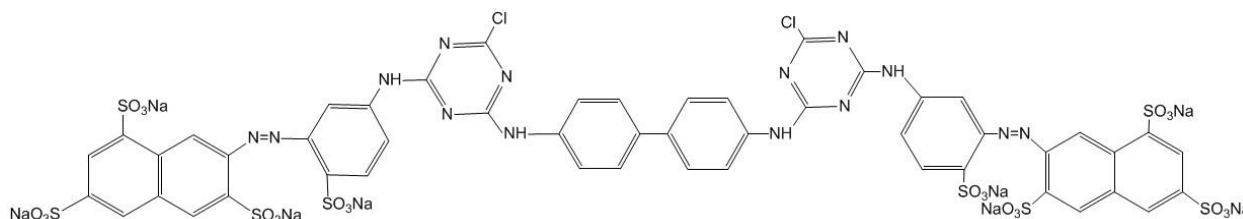


Figura 2. Estructura del colorante Amarillo Reactivo 84 (AR84).

Las soluciones de colorantes inicialmente se prepararon, en agua destilada, variando la concentración de colorante desde 10 hasta 50 partes por millón (ppm), para ambos colorantes; manteniendo la temperatura a 20°C y el pH=3, que es el pH reportado como óptimo en la literatura (Mansoorian et al, 2014; Oliver-Tolentino et al, 2014; Jiang et al, 2013).

En todos los casos, las concentraciones utilizadas para preparar el Reactivo de Fenton fueron de 0.18 mM para el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (de 30% de concentración) y 0.02 mM para el FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, que son muy bajas con respecto a lo reportado en la literatura.

Con la finalidad de corroborar el dato reportado ampliamente de que los valores de pH considerados óptimos para la oxidación se encuentran cercanos a 3, se realizó una sola serie de experimentos empleando el RR141 a 50 ppm y llevando a la oxidación a 20°C. Al ser tan evidente la dependencia del pH de la reacción de oxidación mediante Reactivo de Fenton, se consideró innecesario hacer ulteriores comprobaciones.

Durante la oxidación de ambos colorantes se tomaron muestras cada 5 minutos de la solución modelo para analizarlas por espectroscopia UV-Vis, con la finalidad de obtener información acerca de la variación de la concentración del contaminante durante el proceso. La información preliminar acerca de la descomposición del colorante en solución acuosa se obtuvo por medición de la absorbancia de las muestras utilizando un espectrofotómetro Genesys 10S (Thermo Scientific).

Por otro lado, se estudió la dependencia de la velocidad de oxidación respecto de la temperatura, llevando a cabo los experimentos con soluciones de 50 ppm y a un pH de 3, dentro de un rango de temperatura entre 20 y 80°C.

Como aspecto adicional, teniendo en cuenta que en las aplicaciones de tipo industrial no es ni remotamente la regla el uso de agua destilada en el proceso, se llevó a cabo un comparativo, utilizando AR84 a 50 ppm y 60°C de temperatura, disuelto en agua destilada versus disuelto en agua purificada.

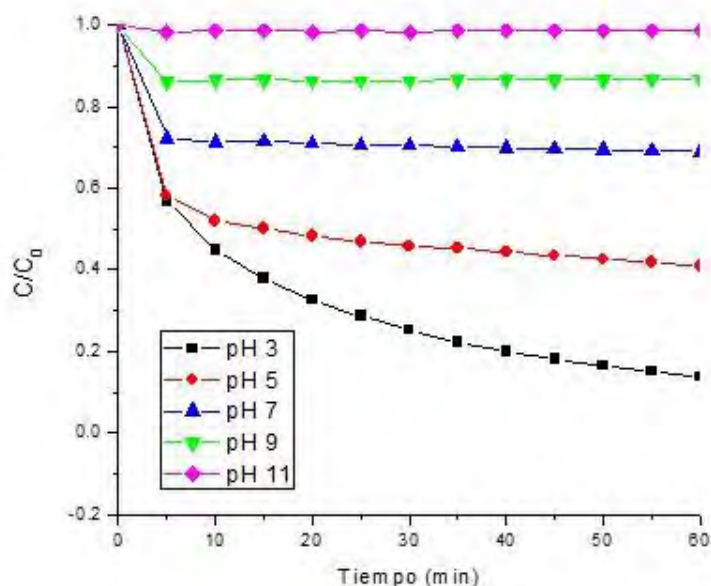


Figura 3. Oxidación con Reactivo de Fenton del RR141 variando el pH de la solución.

### Resultados y discusión

De acuerdo con la información bibliográfica consultada, la decoloración de las soluciones de colorantes que contiene grupos azoicos probablemente involucra la reacción del oxidante con los grupos cromóforos que conectan los anillos aromáticos. Los resultados obtenidos, muestran que la velocidad de desaparición del color depende de las variables ensayadas. Los grupos cromóforos azo (-N=N-) son destruidos durante los primeros minutos de oxidación. Sin embargo, los subproductos generados requieren un tiempo mayor de tratamiento para ser degradados.

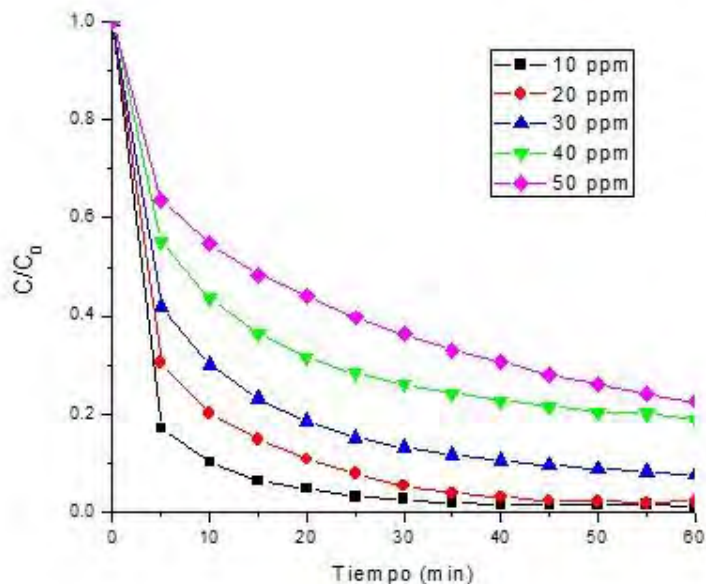


Figura 4. Oxidación con Reactivo de Fenton del RR141 variando la concentración de colorante.

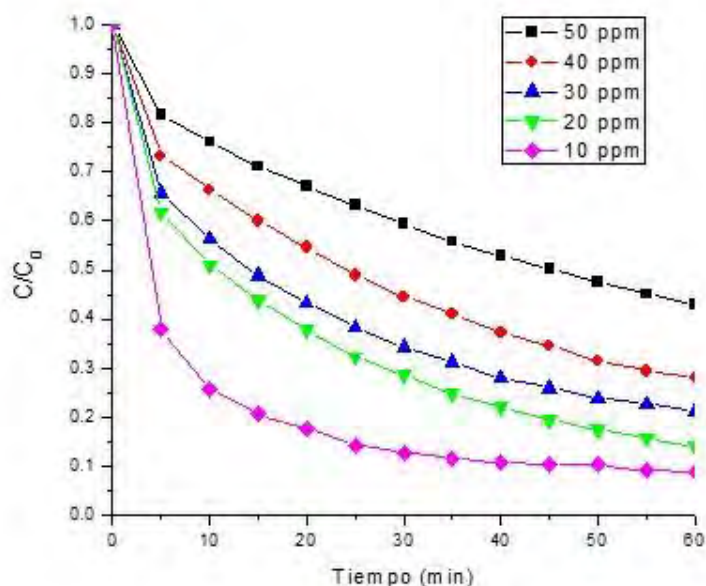


Figura 5. Oxidación con Reactivo de Fenton del AR84 variando la concentración de colorante.

La figura 3 muestra la descomposición del colorante RR141 a 50 ppm de concentración y 20°C de temperatura para diferentes valores de pH. La gráfica corrobora la información ampliamente difundida de que el valor de pH óptimo para el tratamiento de agua contaminada empleando Reactivo de Fenton es de 3, aproximadamente.

La figura 4 muestra la descomposición del colorante RR141 a diferentes concentraciones entre 10 y 50 ppm, bajo un pH de 3 y una temperatura de 20°C. La figura 5 hace lo propio para el colorante AR84.

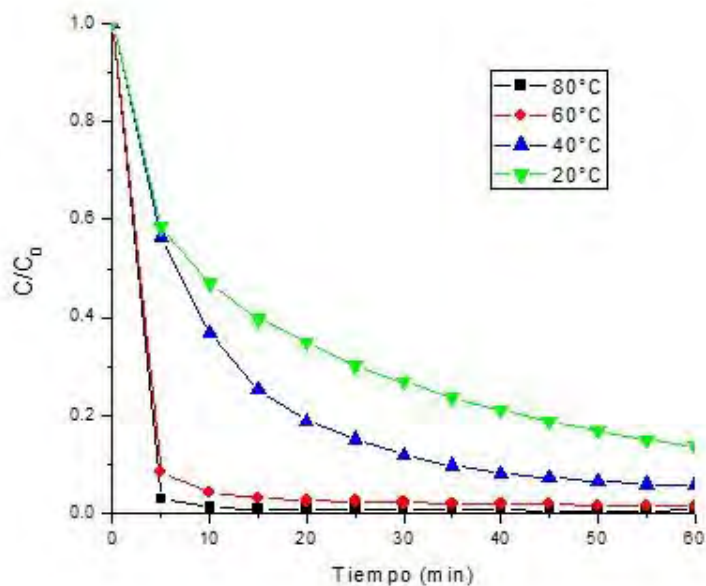


Figura 6. Oxidación con Reactivo de Fenton del RR141 variando la temperatura.

Es bastante evidente para ambos colorantes que, debido a las bajas concentraciones de peróxido y de sulfato que se emplean, el proceso solo resulta efectivo para concentraciones de colorante extremadamente bajas, del orden de 10 ppm; mismas que solo se pueden encontrar en agua procedente de los enjuagues finales de un proceso de tintura, por lo que su utilidad es limitada.

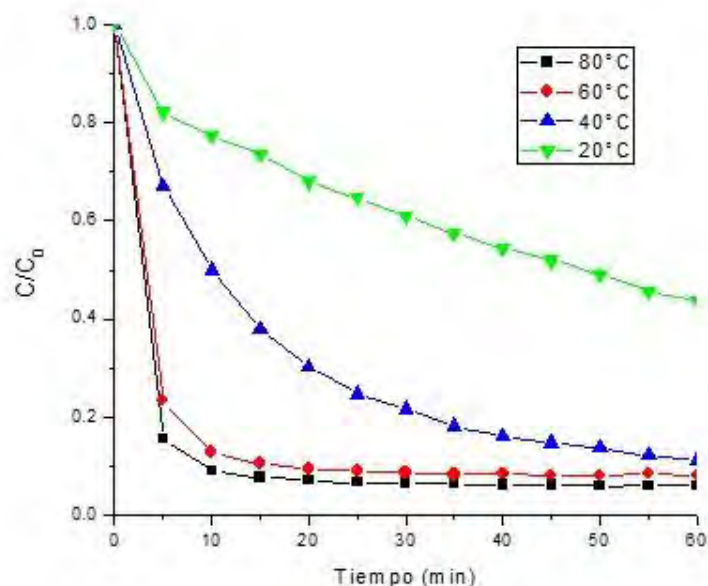


Figura 7. Oxidación con Reactivo de Fenton del AR84 variando la temperatura.

Sin embargo, la figura 6 muestra la descomposición del colorante RR141 a 50 ppm de concentración y pH de 3, variando la temperatura del proceso entre 20°C y 80°C. La figura 7 muestra esa misma variación para el colorante AR84. En ambos casos, se puede apreciar que a temperaturas moderadas la descomposición es bastante lenta.

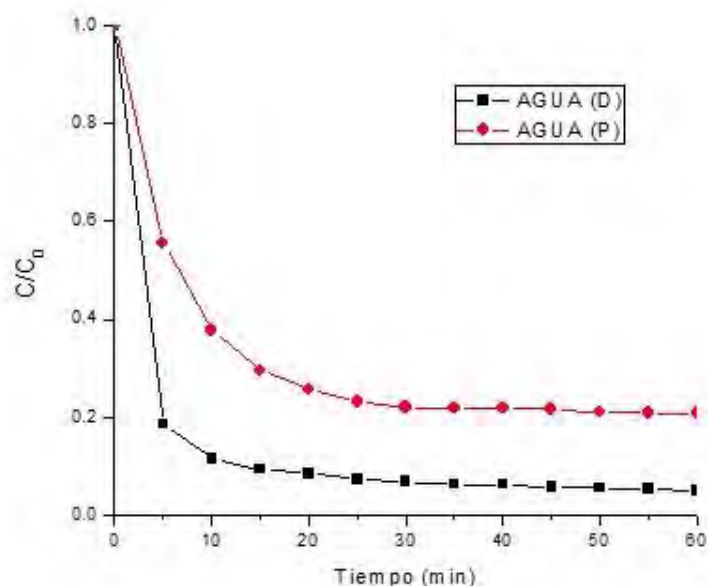


Figura 8. Oxidación con Reactivo de Fenton del AR84 utilizando agua destilada vs agua purificada.

No obstante, a temperaturas entre 60°C y 80°C, la descomposición se vuelve muy rápida y muy completa, a pesar de las concentraciones de los componentes del Reactivo de Fenton, que son extremadamente bajas.

Por otra parte, la figura 8 muestra que el proceso, que es bastante rápido al utilizar agua destilada, se ralentiza significativamente cuando se emplea agua purificada.

### Comentarios Finales

#### *Conclusiones*

En este trabajo se estudió el efecto de algunas variables de proceso sobre el tratamiento de agua contaminada con colorantes textiles utilizando Reactivo de Fenton. Se pudo corroborar que el pH óptimo es de 3, como lo marca la literatura.

Por otro lado, se comprobó que utilizando concentraciones extremadamente bajas de los constituyentes del Reactivo de Fenton, el proceso de oxidación es efectivo solo para concentraciones muy bajas de contaminante. Sin embargo, al aumentar la temperatura hasta 60-80°C es posible que el proceso se lleve a cabo de una manera muy rápida y completa. Además se verificó que, aun elevando la temperatura, el proceso no es tan completo si el agua tiene características de agua de proceso (agua purificada).

#### *Recomendaciones*

Queda como trabajo a futuro el profundizar en los efectos de la presencia de otros contaminantes sobre el proceso, así como la identificación de algunos subproductos de la reacción de oxidación, para asegurar que se trate de una alternativa segura para el tratamiento de efluentes textiles reales.

### Referencias

- AATCC Technical Manual, 2007, American Association of Textile Chemists and Colorists, North Carolina, USA, Vol. 82, 2006.
- Jiang, Ch., Gao, Z., Qu, H., Li, J., Wang, X., Li, P., Liu, H., "A new insight into Fenton and Fenton-like processes for water treatment: Part II. Influence of organic compounds on Fe(III)/Fe(II) interconversion and the course of reactions", *Journal of Hazardous Materials* 250– 251, 2013.
- Ledakowicz, S. and Solecka, M. "Influence of Ozone and Advanced Oxidation Processes on Biological Treatment of Textile Wastewater", *Ozone Science and Engineering*, Vol. 23, No. 4, 2001.
- Liu, B.M., Chou, M.S., Kao, C.M. and Huang B.J. "Evaluation of Selected Operational Parameters for the Decolorization of Dye-Finishing Wastewater Using UV/Ozone", *Ozone Science and Engineering*, Vol. 26, No. 3, 2004.
- Mansoorian, H.J., Bazrafshan, E., Yari, A., Alizadeh, M., "Removal of Azo Dyes from Aqueous Solution Using Fenton and Modified Fenton Processes", *Health Scope*, Vol. 3 (2) 2014.
- Oliver-Tolentino, M.A., Jiménez-Álvarez, E., Martínez-Ortiz, M.J., García-Baez, E., Franco-Hernández, M.O., Guzman-Vargas, A. "Effective Electro-Fenton Degradation of Reactive Black 5 Dye using Modified Electrode with Cu-Zeolites", *Journal of New Materials for Electrochemical Systems* Vol. 17, 2014.
- Pesoutová, R., Hlavínek, P., Matysiková, J. "Use of Advanced Oxidation Processes For Textile Wastewater Treatment – A Review", *Food and Environment Safety - Journal of Faculty of Food Engineering, Stefan cel Mare University – Suceava*, Vol. X, Issue 3, 2011.
- Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., Nigam, P., "Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative", *Bioresource Technology* Vol. 77, 2001.
- Sevimli, M.F, Sarikaya, H.Z. and Yazgan, M. S. "A New Approach to Determine the Practical Ozone Dose for Color Removal from Textile Wastewater", *Ozone Science and Engineering*, Vol. 25, No. 2, 2003.
- Singh Kalra, S., Mohan, S., Sinha, A., and Singh, G. "Advanced Oxidation Processes for Treatment of Textile and Dye Wastewater: A Review", 2011 2nd International Conference on Environmental Science and Development, IPCBEE, Vol.4 (2011), IACSIT Press, Singapore.



# ELIMINACIÓN DE COLORANTES TEXTILES DE TIPO ÁCIDO UTILIZANDO OZONO: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE PROCESO ENFOCADO A LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA TRATADA

M. en C. Carlos Alfonso Mendoza Basilio<sup>1</sup>, Luz Paola Guadalupe Reyna Domínguez<sup>2</sup>,  
M. en C. Josefina Graciela Contreras García<sup>3</sup> y Dr. Pablo Colindres Bonilla<sup>4</sup>

**Resumen**—En este trabajo se estudió la oxidación con ozono de tres colorantes textiles de tipo ácido, de importancia industrial y en investigación. Estos colorantes se utilizan para colorear artículos de lana y de poliamida. Se les trató en soluciones modelo, a concentraciones similares a las halladas en residuales procedentes de la industria textil, con la finalidad de hacer posible la reutilización del agua en procesos de tintura. Se observó la descomposición del colorante mediante espectroscopia UV-VIS, variando parámetros de proceso importantes desde el punto de vista del tratamiento del efluente y desde el punto de vista de la reutilización del agua en procesos industriales, obteniéndose información útil para determinar la factibilidad y la conveniencia de la reutilización del agua tratada.

**Palabras clave**—Oxidación, Ozono, Colorantes, Textil, Reciclado.

## Introducción

Recientemente se ha registrado un rápido crecimiento de la producción industrial, acompañado con el consecuente incremento en las emisiones de residuales que impactan en el ambiente y en la salud de los seres vivos. Han surgido compuestos recalcitrantes, lo cual origina la necesidad de mejorar las tecnologías existentes y crear nuevas tecnologías que permitan resolver esa problemática naciente (Panda y Mathews, 2014).

Las aguas residuales que la industria textil descarga poseen una fuerte coloración y contienen colorantes, sales y auxiliares químicos. La degradación de esa mezcla de productos resulta compleja. La utilización de Procesos de Oxidación Avanzada para remover contaminantes recalcitrantes y contribuir a resolver el problema de la contaminación de los cuerpos de agua a partir de las aguas residuales va en aumento (Gomes et al, 2012). Existen diversos métodos físicos, químicos y biológicos para degradar contaminantes contenidos en cuerpos de agua, así como las combinaciones de estos métodos. No obstante, como los colorantes textiles están diseñados para resistir la degradación por los variados factores ambientales durante su uso, la mayoría de los métodos existentes no resulta eficiente para su remoción (Turhan et al, 2012).

La degradación de los colorantes textiles por métodos biológicos es difícil debido a que poseen estructuras complejas de alto peso molecular, generalmente poliaromáticas; esto hace que no puedan ser tratados de forma eficiente por métodos biológicos o fisicoquímicos tradicionales (Liu et al., 2004). El ozono destruye los enlaces múltiples conjugados, que son los responsables de impartir el color a las moléculas de los colorantes (Carriere et al., 1993). El proceso de decoloración se lleva a cabo de forma rápida y las constantes cinéticas para una reacción de segundo orden se encuentran entre 105-107 L/mol.s (Ledakowicz et al., 2001; Lopez et al., 2004).

En este estudio se analizó la descomposición con ozono de tres de los colorantes textiles de tipo ácido de uso más extendido en la industria, el Amarillo Ácido 17 (AA17), el Naranja Ácido 7 (NA7), que también es uno de los colorantes más estudiados y se le conoce comúnmente como Naranja II, y el Rojo Ácido 73 (RA73).

Los colorantes ácidos se emplean para teñir artículos de lana y de poliamida (Nylon). Un porcentaje significativo del colorante utilizado en la tintura no consigue fijarse en la fibra y es desechado al final del proceso.

## Descripción del Método

Los colorantes estudiados se prepararon en soluciones acuosas con concentraciones variables, cercanas a las de un

<sup>1</sup> El M. en C. Carlos Alfonso Mendoza Basilio es alumno del Doctorado en Tecnología Avanzada en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria (CICATA-Legaria) del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. [camb8302@hotmail.com](mailto:camb8302@hotmail.com)

<sup>2</sup> Luz Paola Guadalupe Reyna Domínguez es estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico de Nuevo León, Guadalupe, Nuevo León, México. [paola.reyna@schneider-electric.com](mailto:paola.reyna@schneider-electric.com)

<sup>3</sup> La M. en C. Josefina Graciela Contreras García es Profesora y Jefa del Área de Posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. [gracielacon29@hotmail.com](mailto:gracielacon29@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Pablo Colindres Bonilla es Profesor de la Carrera de Ingeniería Ambiental y la Maestría en Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Nuevo León, Guadalupe, Nuevo León, México. [pablo.colindres@itnl.edu.mx](mailto:pablo.colindres@itnl.edu.mx) (autor corresponsal)

efluente textil. Las muestras de colorantes empleadas fueron de grado industrial, sin purificación ulterior.

Los procesos de ozonación de los colorantes, en sus diversas variantes, se llevaron a cabo en un reactor semibatch de 400 mL. El ozono fue generado utilizando un generador de tipo corona de descarga. La mezcla ozono-aire se inyectó al reactor mediante un difusor poroso de vidrio de borosilicato colocado en la parte inferior del reactor, con la finalidad de obtener burbujas de pequeño diámetro. La concentración inicial de ozono fue de 2 mg/L, con un flujo de la mezcla ozono-aire de 0.3 L/minuto. Durante la ozonación se tomaron muestras de 5 mL aproximadamente, cada 5 minutos, para su análisis mediante espectroscopia UV-Vis. La información acerca de la descomposición de los colorantes en solución acuosa se obtuvo por medición de la absorbancia de las muestras utilizando un espectrofotómetro UV-Vis modelo Genesys 10S (Thermo Scientific).

Se llevó a cabo, en primera instancia una serie de ozonaciones variando la concentración inicial de colorante desde 10 ppm hasta 50 ppm, para cada uno de los colorantes, manteniendo las condiciones mencionadas de concentración de ozono y flujo de mezcla aire-ozono, todas ellas a 20°C.

Posteriormente, se hizo una serie de ozonaciones variando el pH de la solución desde 3 hasta 11, con las mismas condiciones de concentración de ozono y flujo de mezcla, así como la temperatura de 20°C.

Finalmente, se experimentó con la variación de la temperatura, dentro de un rango de los 20°C hasta 80°C, manteniendo los demás parámetros constantes.

### Resultados y discusión

La figura 1 muestra la decoloración de las soluciones a diferentes concentraciones iniciales de AA17, desde 10 hasta 50 ppm, con incrementos de 10 ppm. Las figuras 2 y 3 hacen lo propio para los colorantes NA7 y RA73. A partir de estas series de gráficos se puede observar que la influencia de la concentración es acentuada para los tres colorantes estudiados; no obstante, existen variaciones también marcadas de esa influencia de colorante a colorante, siendo el AA17 el que muestra la degradación más completa para todas las concentraciones ensayadas, y en particular, para la menor concentración. En todos los casos, la decoloración es casi completa para un tiempo de 30 minutos, mientras que para la concentración de 10 ppm del AA17 la mayor decoloración se observa a partir de los 10 minutos.

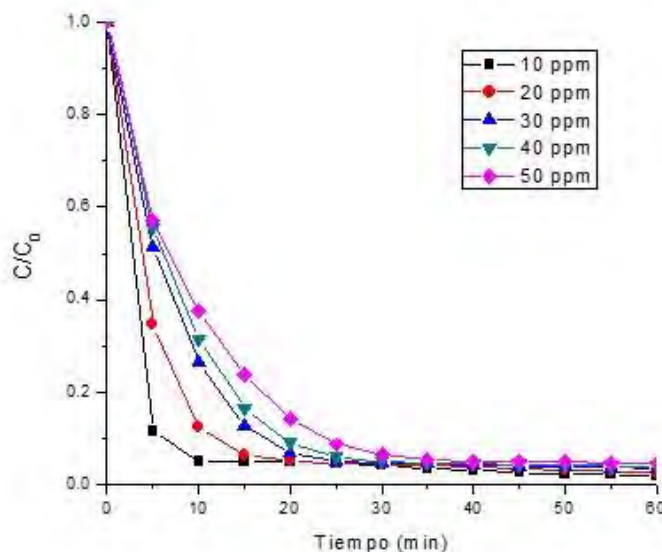


Figura 1. Oxidación con ozono de AA17 variando la concentración inicial de colorante.

La figura 4 muestra la decoloración con ozono del colorante AA17 cuando se hace variar el pH inicial de la solución, desde 3 hasta 11, con intervalos de 2 puntos de pH; con una concentración inicial de colorante de 50 ppm y a una temperatura de 20°C. Las figuras 5 y 6 muestran la decoloración de NA7 y RA73, respectivamente, bajo las mismas condiciones enumeradas para el AA17.

Es posible observar que la influencia del pH en la descomposición de los tres compuestos es muy marcada y que, al igual que en el caso de la concentración inicial, depende de cada colorante, siendo mayor también para el

AA17. Adicionalmente, se observa que para los tres colorantes estudiados el proceso de decoloración se vuelve muy lento bajo condiciones ácidas. Esto es de la mayor importancia, teniendo en cuenta que los efluentes de la tintura con estos colorantes generalmente poseen esa condición.

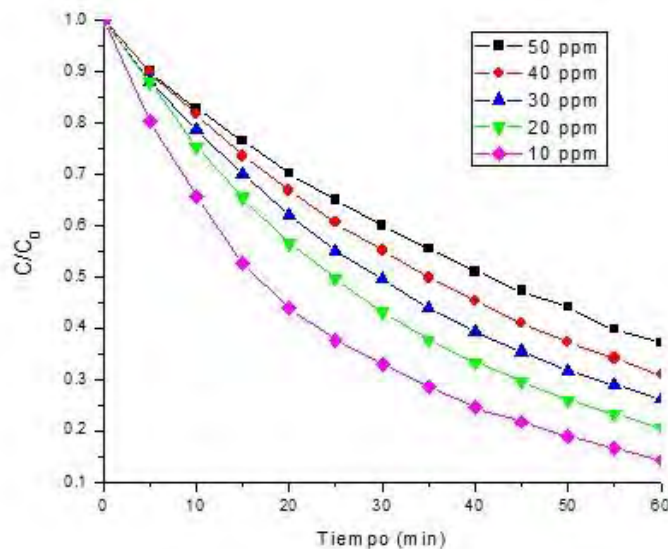


Figura 2. Oxidación con ozono de NA7 variando la concentración inicial de colorante.

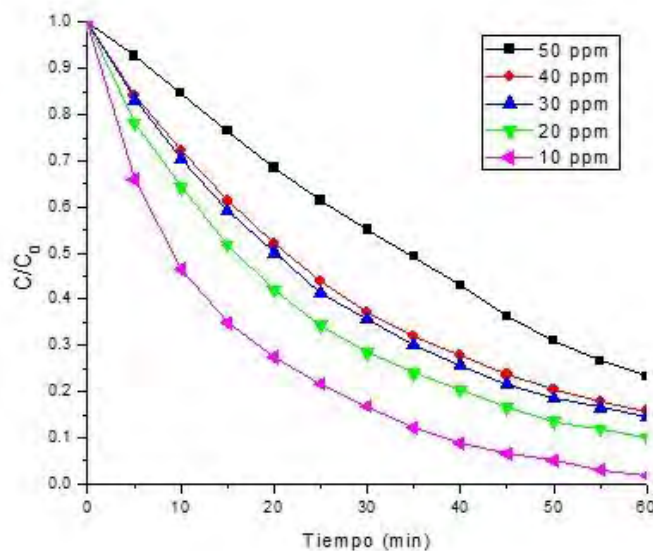


Figura 3. Oxidación con ozono de RA73 variando la concentración inicial de colorante.

Lo anterior implica que en el caso de ozonación de efluentes reales provenientes de baños de tintura con colorantes ácidos, será condición indispensable ajustar el pH a condiciones alcalinas. Y aun así, en algunos casos no será posible conseguir una decoloración satisfactoria.

La figura 7 muestra el proceso de decoloración del colorante AA17 cuando se hace variar la temperatura desde 20°C hasta 80°C, con incrementos de 20 grados, manteniendo una concentración inicial de colorante de 50 ppm y un pH de 7. Las figuras 8 y 9 cumplen el mismo propósito para los colorantes NA7 y RA73.

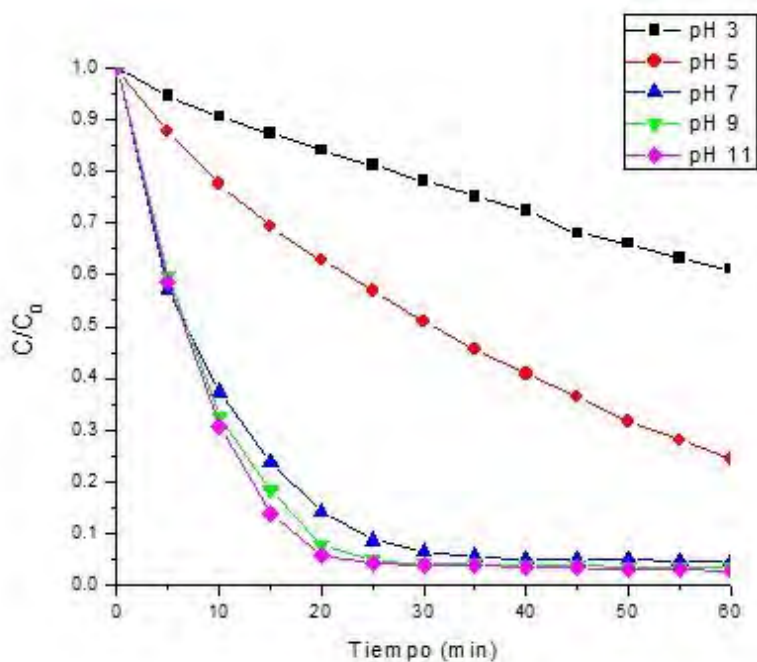


Figura 4. Oxidación con ozono de AA17 variando el pH de la solución.

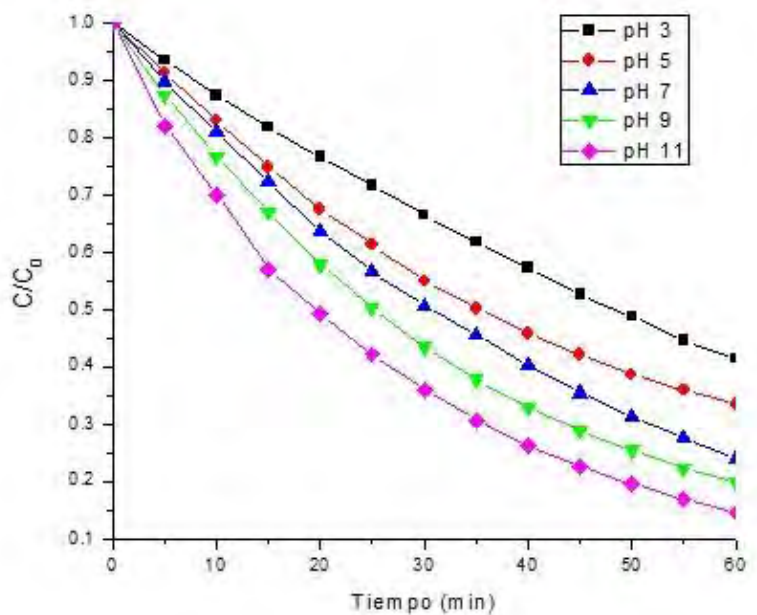


Figura 5. Oxidación con ozono de NA7 variando el pH de la solución.

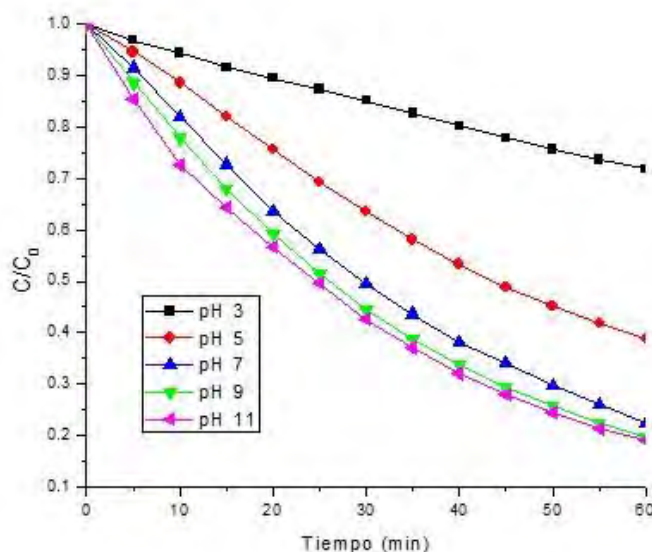


Figura 6. Oxidación con ozono de RA73 variando el pH de la solución.

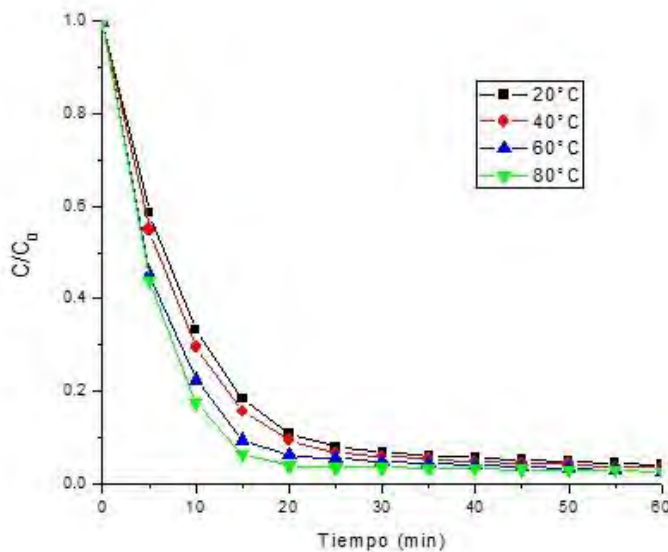


Figura 7. Oxidación con ozono de AA17 variando la temperatura.

### Conclusiones

Se analizó la influencia de variables tales como la concentración inicial, el pH y la temperatura sobre el proceso de decoloración de tres colorantes textiles de tipo ácido, encontrándose que en todos los casos esta influencia es pronunciada, pero depende de la naturaleza de cada colorante ensayado.

Teniendo en cuenta que los efluentes provenientes de baños de tintura con colorantes ácidos poseen elevadas temperaturas y pH ligeramente o fuertemente ácido, será menester ajustar las condiciones del proceso de manera tal que se consigan los resultados más ventajosos con el menor consumo de ozono, cuya generación es costosa y constituye el principal obstáculo para este método de eliminación de contaminantes.



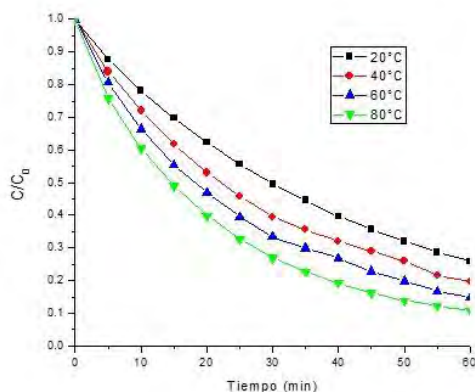


Figura 8. Oxidación con ozono de NA7 variando la temperatura.

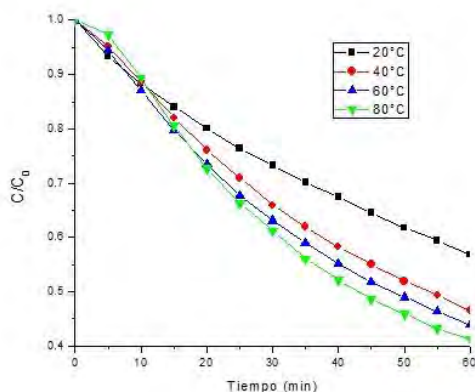


Figura 9. Oxidación con ozono de RA73 variando la temperatura.

### Referencias

- AATCC Technical Manual, 2007, American Association of Textile Chemists and Colorists, North Carolina, USA, Vol. 82, 2006.
- Carriere, J., J.P. Jones and S.J. Judd. "Decolorization of Textile Dye Solution", Ozone Science and Engineering, Vol. 15, 1993.
- Gomes, A.C., Fernandes, L.R., Simoes, R.M.S., "Oxidation rates of two textile dyes by ozone: Effect of pH and competitive kinetics", Chemical Engineering Journal Vol. 189–190, 2012.
- Ledakowicz, S., J. Maciejewska, J. Petrowski and A. Bin. "Ozonation of Reactive Blue 81 in the Bubble Column". Water Science and Technology, Vol. 44, 2001.
- Liu, B.M., Chou, M.S., Kao, C.M. and Huang B.J. "Evaluation of Selected Operational Parameters for the Decolorization of Dye-Finishing Wastewater Using UV/Ozone", Ozone Science and Engineering, Vol. 26, No. 3, 2004.
- Lopez, A., J.S. Pic, H. Benbelkacem and H. Debellefontaine. "Azo- dyes Ozonation in a Bubble Column Reactor. A procedure for the Determination of the Kinetic Parameters", Proceedings of the International IOA/EA3G Conference "Advances in Science and Engineering for Industrial Applications of ozone and Related Oxidants", Barcelona, Spain, Vol. 10-12, 2004.
- Panda, K.K., Mathews, A.P., "Ozone oxidation kinetics of Reactive Blue 19 anthraquinone dye in a tubular in situ ozone generator and reactor: Modeling and sensitivity analyses, Chemical Engineering Journal, Vol. 255, 2014.
- Turhan, K., Durukan, I., Ozturkcan, S.A., Turgut, Z., "Decolorization of textile basic dye in aqueous solution by ozone", Dyes and Pigments, Vol. 92, 2012.

# Transferencia tecnológica del ITQ a empresas queretanas

M.C. Arturo Mendoza Cruz<sup>1</sup>, M.C Antonio Ávalos Olguín <sup>2</sup>  
M.C. José Salvador Guillermo García Martínez<sup>3</sup>,

**Resumen**— Desde abril del 2014 a Abril del 2016 y gracias al acuerdo de colaboración entre el Instituto Tecnológico de Querétaro y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), se ha trabajado con la 3ra generación de expertos japoneses en las áreas de Control de Producción y Calidad y algunos maestros del I.T.Q. para la transferencia de tecnología denominada “Sistema de producción japonés” dirigido a las medianas industrias queretanas del giro metal mecánica queretana. Mediante la capacitación brindada a su personal operativo y mandos intermedio de las empresas AMQ,CPQ y Grupo Palancas en tecnologías de 5S’s como base para TQM, TPM y KAIZEN. Los resultados obtenidos en las empresas participantes demuestran el cambio de cultura en ellas y un cambio positivo en sus indicadores de calidad y productividad logrando con ello elevar su productividad y competitividad tal como se había establecido en el objetivo inicial del proyecto

**Palabras clave**—transferencia, tecnología, productividad, competitividad

## Introducción

Este proyecto de Transferencia tecnológica del Instituto Tecnológico de Querétaro (ITQ) dependiente del Tecnológico Nacional México tendrá como propósito promover una mejora importante en la competitividad y productividad del sector industrial de Querétaro, dando continuidad al proyecto conformado por expertos veteranos voluntarios japoneses de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA y maestros del Área de Ingeniería Industrial en el marco del proyecto denominado JICA-ITQ que se desarrolló en el ITQ a partir del año 2009 y hasta abril del presente año, obteniendo durante estos seis años extraordinarios resultados cualitativos y cuantitativos mediante la capacitación sobre el Sistema de Producción Japonés incluyendo las tecnologías de 5S, como base de la Administración de Calidad total (TQM), Administración de la producción Total (TPM) y Kaizen, en base al éxito obtenido en 8 empresas del sector del plástico y metal mecánica se propone continuar con la transferencia de estas tecnologías del Sistema de producción Japonés extendiendo este programa a otras empresas cercanas a la universidad ahora con el grupo de maestros que han tenido la expertis y experiencia recibida de los voluntarios japonés una vez que estos han regresado a su país de origen.

## Objetivo del Proyecto

Transferir el Sistema de Producción Japonés específicamente en temas de mejora continua a través del grupo de maestros del ITQ a medianas empresas de la zona metropolitana de Querétaro durante el próximo año, con el objetivo de coadyuvar a la mejora de su competitividad satisfaciendo las necesidades de sus clientes en cuanto a Calidad, Costo y Entrega a Tiempo.

## Metas Esperadas

1. Completar la transferencia de tecnología del Sistema de Producción Japonés a empresas que participan actualmente en el proyecto Jica-ITQ
2. Implementar el nuevo el proyecto de “Transferencia tecnológica del ITQ a empresas queretanas” a partir de enero del 2017 con la participación de otras cuatro empresas y maestros mexicanos del ITQ que obtuvieron el know how de los voluntarios de Jica México.
- 3.- Mejorar la competitividad de las empresas participantes del nuevo proyecto
- 4.- Contribuir con el mejoramiento de la economía y calidad del estado de Querétaro
- 5.-Contribuir con los objetivos institucionales del ITQ para la formación integral de sus estudiantes al participar estos en el desarrollo de la implementación de tecnologías y cultura japonesa.
- 6.-Lograr una cultura de orden y limpieza en nuestra Universidad al ser modelo de las 5s
- 7.-Ser un referente a nivel nacional de cultura y disciplina del orden y limpieza en toda la red del TNM
- 8.-Imaprtir ponencias, cursos, talleres y seminarios sobre 5S en otros tecnológicos del país.

<sup>1</sup> Arturo Mendoza Cruz MC es Líder del proyecto JICA-ITQ y profesor del Instituto Tecnológico de Querétaro, México  
mcarturo@mail.itq.edu.mx

<sup>2</sup> El MC Antonio Ávalos Olguín es el jefe del departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Querétaro  
México avaloso@mail.itq.edu.mx

<sup>3</sup> El MC José Salvador García Martínez es el Contra Parte del proyecto JICA-ITQ y profesor del departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Querétaro México sgarcia @mail.itq.edu.mx

### Modelo para la Transferencia de Tecnología del ITQ a las empresas queretanas

Para producir resultados el equipo del proyecto deberá realizar acciones tales como:

- Desarrollar un plan de transferencia de tecnología sobre el Control de Calidad para los involucrados en el proyecto
- Implementar un programa de visitas y recorridos para revisar el avance y completar la transferencia de tecnología sobre el Control de Calidad en las empresas del proyecto.
- Preparar y enviar reportes sobre los resultados del proyecto tanto al personal del proyecto y área administrativa del ITQ.
- Seleccionar cuatro empresas nuevas en el proyecto para la transferencia tecnológica dependiendo del nivel de compromiso que muestre la alta dirección
- Firmar convenio de colaboración Escuela-Empresa por dos años, definiendo los derechos y obligaciones de ambas partes,
- Realizar diagnóstico de la situación actual y conocer los principales indicadores de la empresa
- Formar un Comité de mejoras
- Establecer el organigrama encabezado por la alta dirección
- Asignar a dos maestros del ITQ a cada empresa como responsables del proyecto
- Establecer un plan de trabajo en base al diagnóstico realizado incluyendo capacitación
- Impartir capacitación teórica y práctica sobre el Sistema de Producción japonés a todo el personal de la empresa
- Evaluar resultados de la capacitación y ajustar programa en caso de ser necesario
- Realizar recorridos de inspección en dos ocasiones por lo menos mensualmente en la empresa y juntas de trabajo para registrar avances del proyecto.
- Reportar mensualmente avances y resultados del proyecto a la dirección de la empresa y del ITQ
- Realizar juntas y visitas recíprocas inter empresariales para el intercambio de experiencias
- Medir resultados y actualizar los indicadores de calidad, costo y productividad de la empresa
- Evaluar la competencia de los instructores del ITQ

### Estructura del proyecto.

La Figura No 1 se muestra en primer término el organigrama del ITQ que permite mostrar la organización del proyecto grupo SPJ-ITQ compuesto por un jefe del proyecto encabezado por el jefe del Departamento de Ingeniería industrial un secretario un líder del proyecto y maestros de apoyo , posteriormente se señalan las estructuras de las empresas participantes.

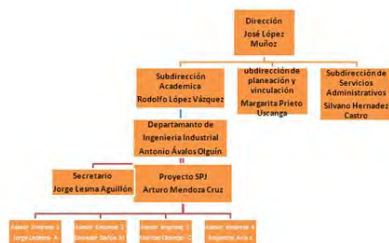


Figura 1. Organigrama del Proyecto JICA-ITQ Fuente: Elaboración propia

### Marco teórico

Los principios que se consideran para la gestión de la calidad total son: la orientación al cliente, el liderazgo y compromiso de la dirección, el compromiso y participación de los empleados, el trabajo en equipo, la formación, la cooperación con proveedores, la gestión de procesos, la mejora continua y la cultura organizativa de la calidad (Moreno-Luzón et al., 2001).

### Kaizen

Es una filosofía que permite ver los errores como extraordinarias oportunidades de mejoras , es ver cada defecto como un tesoro. Kaizen es una practica japonesa con dos elementos: Kai, que significa cambio o camino y Zen, que significa bueno o mejor. De aquí que kaizen significa mejoramiento continuo para lo mejor en la vida personal, domestica, laboral y social. Y este cambio tiene que ser continuo e integral . Es un enfoque sistematico para identificar reducir y/o eliminar. Kaizen forman parte diversas técnicas, los seis principales sistemas que conforman el Kaizen tenemos: el Sistema Just in Time (JIT), el sistema de gestión de calidad total (TQM), el sistema de mantenimiento productivo Total (TPM), las actividades de grupos pequeños (entre los cuales se encuentran los

círculos de control de calidad), los sistemas de sugerencias, el despliegue de políticas.

Existen siete elementos básicos en este concepto. Los cinco elementos bases del Kaizen son: trabajo en equipo, disciplina personal, moral mejorada, círculos de calidad y sugerencias para la mejoría. Fuera de estas bases, hay dos factores claves en el desarrollo del Kaizen: Muda, eliminación del desperdicio en cualquier actividad y obstrucción en el flujo del proceso, Mura las inconsistencias del sistema y Muri la tensión física y de la ineficacia, dos del Kaizen el marco de las cinco 5 S's .

La administración por calidad no es solamente filosofía de trabajo, si no una herramienta técnica que el personal debe aprender a manejar y fomentar su uso, como: Control Estadístico de Procesos (CEP), Sistema de Rastreo de Discrepancias (SRD), plan "0" defectos, estandarización, círculos de calidad y metodología 5 S's.

Dentro de Kaizen, la calidad esta asociada no sólo con los productos y servicios, sino también con la forma en que la gente trabaja, la forma en que las máquinas son operadas y la forma en que se trata con los sistemas y procedimientos (Gutiérrez, 2003). La percepción japonesa de la administración tiene dos componentes principales: el mantenimiento y el mejoramiento. El mantenimiento se refiere a las actividades dirigidas a mantener los estándares actuales mediante entrenamiento y disciplina. El mejoramiento se refiere a mejorar los estándares actuales, ósea, establecer estándares más altos. Así, la percepción japonesa de la administración se reduce a un precepto: mantener y mejorar los estándares.

#### *Metodología y beneficios de las 5 S's*

Uno de los principales pilares para lograr este cambio de cultura, se originó en Japón con la metodología llamada 5 S's, estas son las iniciales de cinco palabras japonés Seiri (Clasificar), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina).

#### *Clasificar (Seiri)*

Ejecutar el seiri significa diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son, procediendo a descartar estos últimos. Ello implica una clasificación de los elementos existentes en el lugar de trabajo entre necesarios e innecesarios. Para ello se establece un límite a los que son necesarios. Un método práctico para ello consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos treinta días. El gemba (lugar de trabajo) está lleno de máquinas sin uso, cribas, troqueles y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, repuestos, anaqueles, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, estantes, tarimas, formularios, entre otros (Chavez, 2000).

#### *Ordenar (Seiton)*

El seiton implica disponer en forma ordenada todos los elementos esenciales que quedan luego de practicado el seiri, de manera que se tenga fácil acceso a éstos. Significa también suministrar un lugar conveniente, seguro y ordenado a cada cosa y mantener cada cosa allí. Clasificar los diversos elementos por su uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo, requiere que cada elemento disponga de una ubicación, también el número máximo de ítems que se permite en el gemba. Los elementos que queden en el gemba deben colocarse en el área designada.

Las herramientas deben colocarse al alcance de la mano y deben ser fáciles de recoger y regresar a su sitio. Sus contornos podrán pintarse en la superficie donde se supone que deben almacenarse. Esto facilita saber cuándo se encuentran en uso. Ordenar permite disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina, para facilitar su acceso y retorno al lugar. Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia (Harrison et al., 2005).

#### *Limpiar (Seiso)*

Seiso significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas de lugar de trabajo. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento; por tal razón el seiso es fundamental a los efectos del mantenimiento de máquinas e instalaciones. Cuando la máquina está cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Así pues mientras se procede a la limpieza de la máquina podemos detectar con facilidad la fuga de aceite, una grieta que se esté formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos.

#### *Estandarización (Seiketsu)*

Seiketsu significa mantener la limpieza de la persona por medio del uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes, cascos, caretas y zapatos de seguridad, así como mantener en entorno de trabajo saludable y limpio. Esto está directamente relacionado con el punto anterior sobre las tres K.

Para la mejor protección en lo relativo a este tema se requiere adoptar las siguientes preocupaciones: a) orden y limpieza adecuada, b) consulta y prevención, c) equipo de protección. Guantes, mascarillas y delantales, contribuyen

mucho a reducir el contacto y son muy útiles contra los riesgos físicos y mecánicos de la piel.

Estandarizar es fijar especificaciones sobre algo a través de normas, reglamentos o procedimientos, es un estado que se mantiene de acuerdo a lo normado con el objeto de obtener un resultado específico.

*Disciplina (Shitsuke)*

Shitsuke implica autodisciplina. Las 5 S's pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario. La esencia de las 5 S's es seguir lo que se ha acordado. Las 5 S's no son una moda, ni el programa del mes, sino una conducta de vida diaria. Como Kaizen hace frente a la resistencia de las personas al cambio, el primer paso consiste en preparar mentalmente a los empleados para que acepten las 5 S's antes de dar comienzo a la campaña.

La disciplina es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen a una empresa y se logra a través de un entrenamiento de las facultades mentales, físicas o morales, es decir su práctica sostenida desarrolla en la persona disciplina un comportamiento confiable.

Beneficios e impacto operacional de aplicar un plan de 5S

Una empresa limpia y segura nos permite orientarla hacia las siguientes metas:

Mejoramiento del ambiente y la calidad del trabajo

Eliminación de desperdicios producidos por el desorden, falta de aseo, fugas y contaminación entre otros.

Reducción de pérdidas por la deficiente calidad , disminución del tiempo de respuesta y recorte de costos con la intervención del personal en el cuidado del lugar de trabajo.

Incremento de la moral en el trabajo

Incremento en la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona que los maneja

Identificación a través de ayudas visuales para mantener el orden de todas las cosas que intervienen en el proceso

Conservación el sitio de trabajo mediante controles periódicos de las mejoras alcanzadas

Implantación de otros tipos de programa de mejora continua de producción, como Justo a Tiempo, Calidad total, y Mantenimiento Productivo Total.

Reducción de las causas potenciales de accidentes

Concientización de la importancia del cuidado y conservación de recursos de la empresa

Plan de trabajo

La tabla 1 muestra el calendario de actividades para el proyecto, los responsables de ejecutar las acciones así como las fechas de cumplimiento

Tabla 1. Grafica de Gantt para el proyecto Fuente: Elaboración propia

Actividades	Nombre de Contoparte	Sep- Oct 2016	Nov- Dic 2016	Ene- Feb 2017	Mar- Abr 2017	May- Jun 2017	Jul-Ago 2017	Sep- Oct 2017	Nov- Dic 2017	Ene-Feb 2017	Mar-Abr 2017	May-Jun 2017	Jul-Ago 2017
1 Finalizar la transferencia de tecnologías sobre Control de Calidad a empresas que participan en el proyecto JICA/ITQ	Jorge Días Manuel Ocampo Salvador García Jorge Jedreama Alejandra Arias Aruro Mendosa												
2 Evaluar los resultados globales a las empresas del programa 3. Evaluar mediciones de las nuevas empresas que participan en el proyecto de transferencia del Sistema de Producción Japonés													
4 Confirmar las empresas que participaron en el proyecto de transferencia del SPJ													
5 Preparar y transferir el SPJ													
6 Evaluar los resultados parciales del programa													
7 Preparar y enviar reportes de avances del proyecto a todos los involucrados y subirlos a moodle													

**Resultados de la aplicación de la metodología de 5S en empresas queretanas**

En la tabla 1 que a excepción de la empresa GP, los resultados obtenidos en las empresas participantes reportan un nivel de avance en las 5S muy importante , en el caso de CPQ ha alcanzado avanzar hasta la 3ra S en todas sus áreas así como haber desarrollado un Kaizen, en caso de la empresa AMQ ha logrado colocarse hasta la 4ta S en todas sus áreas, además de haber desarrollado varios kaizenes mientras que en la empresa GP no ha superado mas alla de la primera S.



Tabla 1. Resultados del nivel alcanzado en las empresas 2da. Generación

Empresas 2da generación	Reconocimiento	Nivel alcanzado en 5S
CPQ		3ra S y un Kaizen
AMQ		4ta S en todas las áreas y 2da S en almacenes y varios kaizenes
GP		1ra S en área producción

### ***Conclusiones***

Los resultados demuestran el cambio de cultura en las empresas participantes en la segunda generación y un cambio positivo en sus indicadores de calidad y productividad, logrando con ello elevar su competitividad tal como se había establecido en el objetivo inicial del proyecto no obstante se estará revisando muy de cerca el caso de GP.

### ***Recomendaciones***

Es conveniente continuar con la capacitación en los sistemas kaizen en primera instancia para continuar con otras tecnologías específicas que demanden las propias empresas y mantener la espiral de mejora continua en ellas. Se propone además remplazar el sistema japonés por un sistema tropicalizado mexicano en el ITQ para continuar capacitando a otras empresas queretanas contribuyendo en la mejora de la economía de nuestro país a través de la transferencia tecnológica del Instituto Tecnológico de Querétaro.

### ***Referencias bibliográficas.***

- Benitez, O. y Crisóstomo, M. M. (2004). Implantación de la Metodología 5 S's en la Planta elaboradora de embutidos la higuera S.A. de C.V. Tesis de Especialidad en control de calidad facultad de ingeniería química, universidad veracruzana., Xalapa, Veracruz, México.
- Chávez, M. (2000). Creando un ambiente de Calidad con las 9 S. Editorial Lindsay. Dale, B. G., Borden, R. J. Y Lascelles, D.M. (1994). Total Quality Management: An Overview. Editorial Prentice Hall, Londres.
- Escalante, y González (2016), Ingeniería Industrial Métodos y tiempos con manufactura ágil. Editorial Alfaomega, México.
- Gutiérrez P.H. (2005). Calidad Total y Productividad. Segunda edición. Editorial Mc Graw Hill, México.
- Harrison, M.W., Kenneth, S.S. y A. Blanton G. (2005). Métodos de Control de Calidad Editorial CECSA, México.
- Nava, C. V. M. (2006). ¿Qué es la Calidad? Conceptos, Gurús y Modelos Fundamentales. Editorial Limusa, México.
- Oria R.V. (2003). ISO 9000:2000 en la Educación Mexicana. Secretaría de Educación

# SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE LA PEROVSKITA $\text{LaNiO}_3$ POR EL MÉTODO AUTOCOMBUSTIÓN MODIFICADO UTILIZANDO UREA COMO COMBUSTIBLE EN ATMÓSFERA CONTROLADA DE OXÍGENO Y DE AIRE

Q. Luis Alberto Mendoza-delaRosa<sup>1</sup>, Dr. Marco Antonio García-Lobato<sup>2</sup>, Dra. Ma. de Jesús Soria-Aguilar<sup>3</sup>, M.C.  
Reginaldo Tijerina-Rodríguez<sup>4</sup>, Dra. Antonia Martínez-Luévanos<sup>5</sup>.

\*CA Materiales Cerámicos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila; Blvd. V. Carranza  
y J. Cárdenas, S/N, CP 25280, Saltillo Coahuila, México.

\*luismendoza@uadec.edu.mx

**Resumen**—Las niquelitas de lantano con estructura perovskita están siendo ampliamente investigadas debido a que poseen excelentes propiedades catalíticas, conducción iónica y electrónica. En este trabajo se realizó la síntesis de  $\text{LaNiO}_3$  por autocombustión utilizando urea como combustible, se varió la temperatura de tratamiento térmico en atmósferas oxidantes utilizando flujo de oxígeno y se compararon los resultados utilizando atmósfera de aire. Los materiales se analizaron por FTIR-ATR y por DRX para su caracterización estructural, encontrando en todas las muestras la fase  $\text{LaNiO}_3$  y una mezcla de fases. El mejor resultado corresponde a la muestra con tratamiento térmico de  $900^\circ\text{C}$  por 5 horas en atmósfera de oxígeno, debido a que la mezcla de fases es menor; sin embargo, no se encontró gran diferencia con la obtenida a las mismas condiciones en atmósfera de aire, por lo que se determinó que en a estas condiciones la atmósfera de aire permite obtener este material.

**Palabras clave**—perovskitas, niquelitas, autocombustión, celdas de combustible, conducción mixta.

## Introducción

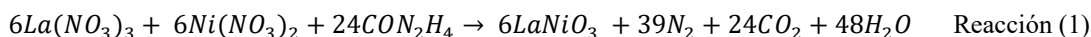
Dentro de las investigaciones en el campo de los materiales avanzados se encuentran los óxidos sólidos tipo perovskita ( $\text{ABO}_3$  y  $\text{A}_2\text{BO}_4$ ) por la gran cantidad de aplicaciones que estos poseen (Richardson et al. 2003), principalmente de conducción mixta: eléctrica e iónica; así como por sus propiedades catalíticas, que hacen posible su utilización en celdas de combustible de óxidos sólidos (SOFC) como cátodos (Cano 1999; Ishihara 2009). Estos óxidos poseen estructura de fórmula  $\text{ABO}_3$  y  $\text{A}_2\text{BO}_4$ , en donde este último contiene capas alternas de  $\text{ABO}_3$  y  $\text{AO}$ , los cuales presentan varias ventajas en relación a los catalizadores soportados (Valderrama 2005), debido a que permiten el dopaje de una amplia variedad de elementos los cuales se pueden incorporar en la estructura  $\text{AA'BB'O}_3$ , con la combinación de elementos de diferentes estados de oxidación, resistencia o estabilidad química a altas temperaturas (Ishihara 2009). La sustitución parcial del sitio A o B por cationes de menor valencia origina vacancias de oxígeno y estados de valencia inusuales del catión del sitio B para mantener la neutralidad de las cargas (Sánchez-De Jesús et al. 2012; Moradi & Rahmanzadeh 2012). De esta manera, estos materiales exhiben alta conductividad iónica y electrónica y promueven los procesos óxido-reducción; además, poseen buen grado de porosidad que favorece el transporte de los gases a los sitios de reacción (Ishihara 2009). Estas propiedades hacen que éste tipo de óxidos presenten variedad de usos tecnológicos como materiales piezoeléctricos usados como transductores para comunicación; otros usos son como materiales dieléctricos o capacitores, como sensores de oxígeno y recientemente como materiales termoeléctricos usados en celdas de combustibles de óxidos sólidos (SOFC) (Cano 1999; Kaiser et al. 1997; Moriche et al. 2014).

En la actualidad las celdas de combustible representan una buena alternativa como fuente de energía no contaminante, ya que mediante una reacción electroquímica producen energía eléctrica, calor y agua de ultra alta pureza (Cano 1999; Ishihara 2009; Anon n.d.)<sup>7</sup>. Debido a su gran importancia en este campo de los materiales, es necesario estudiar con más detalle la estructura de este tipo de óxidos y su relación con las propiedades; el método de síntesis, el tiempo y la temperatura de tratamiento térmico, el tamaño de partícula y el grado de pureza del material, influyen altamente en la formación de la fase cristalina de éstos óxidos (Ishihara 2009). Los materiales tipo LSN (Lantano-Estroncio-Níquel) han sido sintetizados por los métodos de auto-combustión con glicina y por síntesis cerámica tradicional, seguidos de un tratamiento térmico en atmósfera de aire a altas temperaturas (Valderrama 2005; Zurita et al. 2005; Woolley & Skinner 2013; Ishihara 2009; Lima & Assaf 2002; Leone et al. 2008). La síntesis de estos materiales por mecanosíntesis parece ser una alternativa importante desde el punto de vista de la química verde, en particular porque no se requiere del uso de solventes y porque se requiere de menor energía para su obtención.

## Descripción del Método

### Metodología Experimental

Se procedió a realizar la síntesis de 8 g de la perovskita  $\text{LaNiO}_3$  a partir de los nitratos de los metales:  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y de urea ( $\text{CON}_2\text{H}_4$ ) como combustible, todos fueron adquiridos con grado reactivo a SIGMA ALDRICH y no se requirió de un proceso de purificación; para el cálculo estequiométrico del combustible se utilizó la Reacción (1):



Posteriormente los precursores se trataron térmicamente a  $850^\circ\text{C}$  y a  $900^\circ\text{C}$  en atmósfera controlada de oxígeno con un flujo de 0.25 L/min utilizando un horno tubular Carboltyte y un tiempo de tratamiento térmico de 5 horas; otro grupo experimental recibió el mismo tratamiento térmico, pero utilizando atmósfera de aire. Las muestras fueron caracterizadas por FTIR-ATR y por XRD. En este trabajo se evaluó el efecto de la utilización de atmósfera de flujo controlado de oxígeno comparando los resultados utilizando atmósfera de aire sobre la obtención de la fase perovskita  $\text{LaNiO}_3$ .

### Discusión de Resultados.

En la Figura 1 se muestran los espectros de infrarrojo de las muestras precursoras antes de la combustión: 1a) agua desionizada; 1b) solución de los nitratos de lantano y níquel; 1c) solución de nitratos y urea; así como las muestras obtenidas por auto combustión en atmósfera de oxígeno: 1d) correspondiente a la obtenida a un tratamiento térmico de  $850^\circ\text{C}$  por 5 horas; 1e) a la obtenida a  $900^\circ\text{C}$  con tres horas de tratamiento térmico; así como las muestras obtenidas en atmósfera de aire con tiempo de tratamiento térmico de 5 horas: 1e) y 1f) obtenidas a  $850^\circ\text{C}$  y  $900^\circ\text{C}$ , respectivamente. En el primer grupo de espectros de infrarrojo comprendido por los espectros de la Figura 1: a), b) y c) se observan en el la región comprendida de  $3100\text{ cm}^{-1}$  a  $3650\text{ cm}^{-1}$  una banda ancha correspondiente al estiramiento simétrico y asimétrico del enlace O-H y a  $1640\text{ cm}^{-1}$  se observa la vibración correspondiente al tijereteo de los enlaces H-O-H; en la Figura 1a) únicamente se observan estas vibraciones al ser únicamente agua; sin embargo, en la Figura 1b) y 1c) se observan además, las bandas de  $1403\text{ cm}^{-1}$  y  $1333\text{ cm}^{-1}$  correspondientes a las vibraciones del enlace N-O y O-N-O de ión nitrato que se encuentran en la solución, también se observa una banda de muy poca intensidad en  $1042\text{ cm}^{-1}$  correspondiente a la presencia del enlace M-N. Los espectros de las Figuras 1d) y 1e) y correspondientes a las muestras tratadas térmicamente a  $850^\circ\text{C}$  y  $900^\circ\text{C}$  en atmósfera de aire es posible observar una banda de poca intensidad a  $3605\text{ cm}^{-1}$  por la presencia del estiramiento O-H del enlace MO-H lo que indica que en estas muestras se encuentra la presencia de un hidróxido metálico; así mismo es posible observar una banda a  $650\text{ cm}^{-1}$  y  $500\text{ cm}^{-1}$  del enlace M-O, para la muestra de la Figura 1f) se observan las mismas bandas, solo que la localizada a altas frecuencias de la vibración del enlace MO-H se encuentra a  $3700\text{ cm}^{-1}$ , en este grupo de muestras es posible observar una banda ancha desde  $3100\text{ cm}^{-1}$  hasta  $3500\text{ cm}^{-1}$  característica a las vibraciones de tensión simétrica y asimétrica del agua, esto se observa debido a que estos materiales reaccionan con el agua de la atmósfera y la adsorben; esta agua adsorbida es la que reacciona con los óxidos de los metales presentes para la formación de hidróxidos metálicos, es por esta razón que se observa la presencia de las bandas a  $3605\text{ cm}^{-1}$  para la muestra de la Figura 1d) y 1e) y a  $3735\text{ cm}^{-1}$  para la Figura 1f). En la Figura 1g) no se observan bandas a estas frecuencias anteriormente mencionadas debido a que ésta muestra es muy probable no posea óxidos metálicos.

En la Figura 2 se muestran los difractogramas del material cerámico  $\text{LaNiO}_3$  obtenidos por el método de auto combustión: en 2a) LNO-AcU-850C5H-O<sub>2</sub> y 2b) LNO-AcU-900C5H-O<sub>2</sub> se presentan las muestras obtenidas a 5 horas de tratamiento térmico en atmósfera de oxígeno a  $850^\circ\text{C}$  y  $900^\circ\text{C}$ , respectivamente; 2c) LNO-AcU-850C5H-aire y 2d) LNO-AcU-900C5H-aire obtenidas con 5 horas de tratamiento térmico en atmósfera de aire a  $850^\circ\text{C}$  y  $900^\circ\text{C}$ , respectivamente. Se observa que todas las muestras presentan mezcla de fases, donde la fase principal fue el  $\text{LaNiO}_3(1)$  con carta de identificación JCPDF # 33-0711 con estructura hexagonal y grupo espacial R-3m (166); para la muestra de la Figura 2a) LNO-AcU-850C5H-O<sub>2</sub> se encontraron además de la fase perovskita las fases  $\text{NiO}(2)$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3(3)$ ,  $\text{La}(\text{OH})_3(4)$ ,  $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}(5)$ ,  $\text{La}_2\text{NiO}_4(6)$  y  $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7(7)$ ; para la muestra de la Figura 2b) LNO-AcU-900C5H-O<sub>2</sub> se encontraron las fases mismas fases solo que tanto el  $\text{La}_2\text{O}_3(3)$ ,  $\text{La}(\text{OH})_3(4)$  se observó que estaban presentes en menor proporción, esto se observó porque el incremento de la temperatura promueve los procesos de difusión aumentando la conversión de los óxidos de los metales para formar la estructura perovskita; sin embargo, éste aumento en la temperatura no ayudó a la total conversión por efecto de la atmósfera, porque en condiciones oxidantes es más estable la formación de los óxidos. También se observó que la fase  $\text{La}_2\text{NiO}_4(6)$  aumentó de proporción debido a la inestabilidad de la fase perovskita debido al efecto de la alta temperatura, provocando el rompimiento de la forma  $\text{ABO}_3$ , dando a lugar la formación de la forma  $\text{A}_2\text{BO}_4$ .

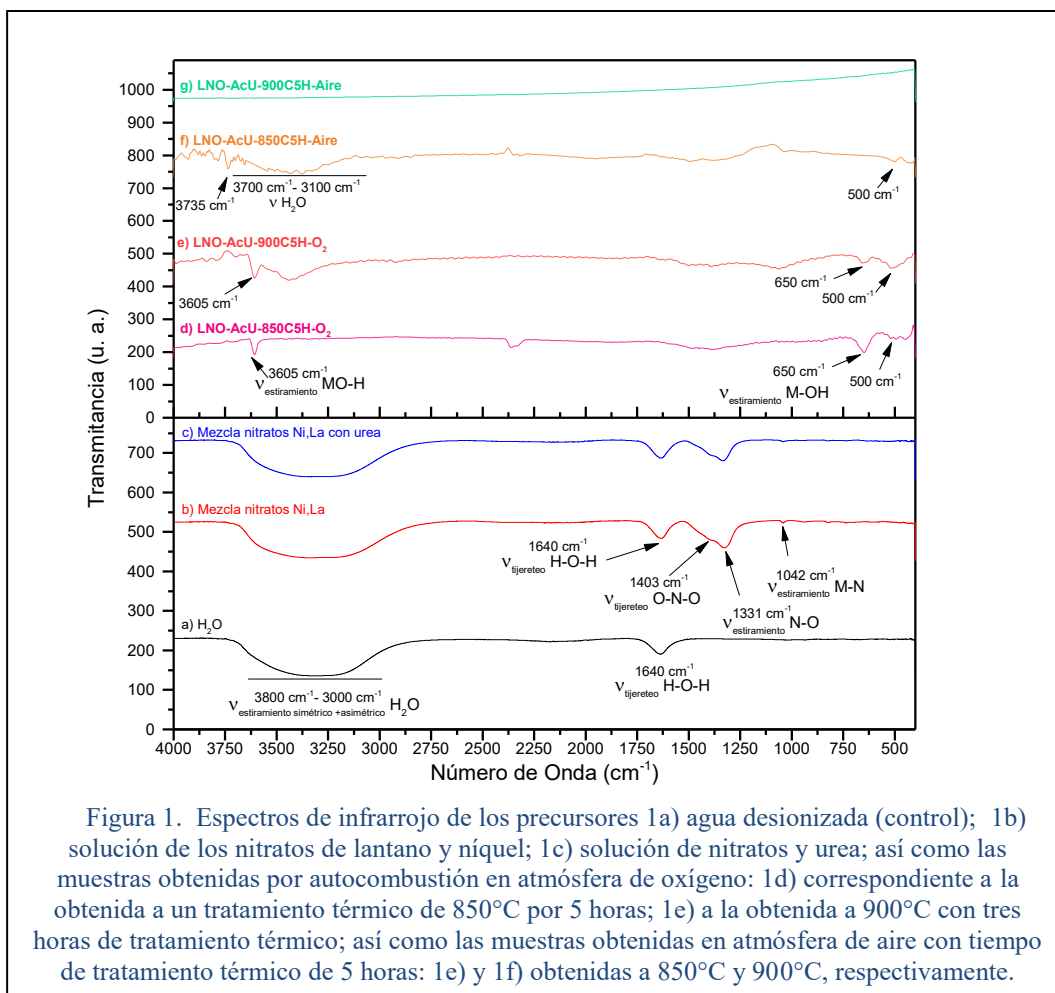


Figura 1. Espectros de infrarrojo de los precursores 1a) agua desionizada (control); 1b) solución de los nitratos de lantano y níquel; 1c) solución de nitratos y urea; así como las muestras obtenidas por autocombustión en atmósfera de oxígeno: 1d) correspondiente a la obtenida a un tratamiento térmico de 850°C por 5 horas; 1e) a la obtenida a 900°C con tres horas de tratamiento térmico; así como las muestras obtenidas en atmósfera de aire con tiempo de tratamiento térmico de 5 horas: 1e) y 1f) obtenidas a 850°C y 900°C, respectivamente.

En la Figura de la muestra 2c) LNO-AcU-850C5H-aire se observa que también existe la misma mezcla de fases que en la Figura 2a) LNO-AcU-850C5H-O<sub>2</sub>; sin embargo, el contenido de las fases La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(3) y La(OH)<sub>3</sub>(4) es menor, esto puede ser atribuido a que la atmósfera de aire la cual es menos oxidante, no promueve la formación de los óxidos y el tratamiento térmico es aprovechado mayormente para favorecer los procesos de difusión que para la formación de los óxidos; a pesar de esto la presencia de la fase La<sub>2</sub>NiO<sub>4</sub>(6) indica que durante el proceso de combustión la llama superó los 900°C formando la fase perovskita de forma A<sub>2</sub>BO<sub>4</sub>.

Al comparar el efecto de la temperatura en las muestras 2c) LNO-AcU-850C5H-aire y 2d) LNO-AcU-900C5H-aire se observa que se conserva la mezcla de fases; sin embargo el contenido de las fases La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(3), La(OH)<sub>3</sub>(4), La<sub>4</sub>Ni<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(5), La<sub>2</sub>NiO<sub>4</sub>(6) y La<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(7) es menor, principalmente de las fases La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(3), La(OH)<sub>3</sub>(4) en la muestra 2d) LNO-AcU-900C5H-aire debido al efecto del aumento en la temperatura que favorece los procesos de difusión en la muestra; sin embargo al igual que en las muestras obtenidas en oxígeno los procesos son incompletos y el exceso de temperatura promueve la formación de la fase La<sub>2</sub>NiO<sub>4</sub>(6), la cual es la perovskita con forma A<sub>2</sub>BO<sub>4</sub> obtenida por la descomposición de la fase LaNiO<sub>3</sub>.

Los análisis de infrarrojo mostraron que en las muestras LNO-AcU-850C5H-O<sub>2</sub>, LNO-AcU-900C5H-O<sub>2</sub> y LNO-AcU-850C5H-aire se encontraba presente un hidróxido metálico, el cual mediante los análisis de difracción de rayos X se determinó que correspondía al La(OH)<sub>3</sub>; por el contrario, el análisis de FTIR de la muestra LNO-AcU-900C5H-aire permitió determinar que en esta muestra no se encontraba esta fase, por lo que al realizar el análisis de difracción de rayos X se corroboró lo observado por FTIR.

En cuanto al efecto en el tipo de atmósfera utilizada en el tratamiento térmico se encontró que tanto el exceso en la energía en el tratamiento térmico, como el aumento en la cantidad de oxígeno promueven la formación de los

óxidos de lantano y óxidos níquel; además del rompimiento de la perovskita  $\text{LaNiO}_3$  con forma  $\text{ABO}_3$  para formar la fase  $\text{La}_2\text{NiO}_4$  con estructura perovskita tipo  $\text{A}_2\text{BO}_4$ ; además que la formación de éstos óxidos modifican la estequiometría de la reacción en estado sólido. Aunado a estas observaciones, se demostró que la cámara del horno proporciona el oxígeno necesario para que se lleven a cabo éstas reacciones en estado sólido, por lo que es más viable realizar las síntesis utilizando atmósfera de aire, cuidando siempre la cantidad de oxígeno disponible para que se pueda llevar a cabo la formación de la fase  $\text{LaNiO}_3$ ; sin embargo, es necesario seguir investigando qué otros factores afectan a la obtención de este material puesto que en todos los grupos experimentales se obtuvieron mezclas de fases.

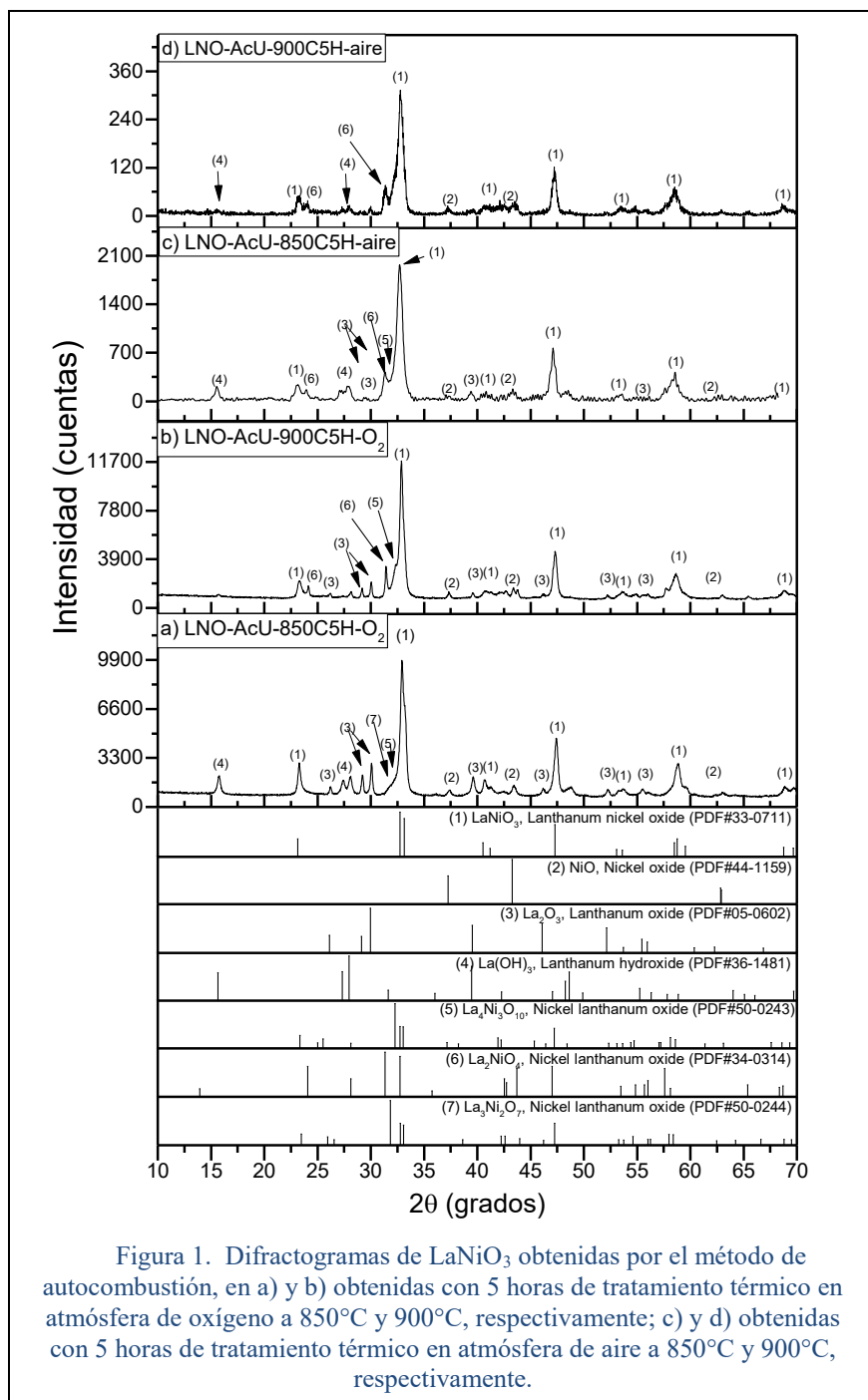


Figura 1. Difractogramas de  $\text{LaNiO}_3$  obtenidas por el método de autocombustión, en a) y b) obtenidas con 5 horas de tratamiento térmico en atmósfera de oxígeno a  $850^\circ\text{C}$  y  $900^\circ\text{C}$ , respectivamente; c) y d) obtenidas con 5 horas de tratamiento térmico en atmósfera de aire a  $850^\circ\text{C}$  y  $900^\circ\text{C}$ , respectivamente.



## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Los espectros de infrarrojo de las muestras tratadas térmicamente mostraron la existencia de la fase  $\text{La}(\text{OH})_3$ , éstos resultados fueron corroborados por DRX en las muestras en las que estaba presente ésta fase; además de la presencia de óxidos metálicos. Al analizar los difractogramas de las muestras permitió observar que en todas las muestras se encuentra la fase  $\text{LaNiO}_3$  y una mezcla de fases, principalmente  $\text{La}_2\text{O}_3$  y  $\text{NiO}$ , esto se observó para ambas atmósferas de tratamiento térmico. El efecto del aumento de la temperatura en el tratamiento térmico favoreció que estas fases de óxidos de lantano y níquel difundieran para la formación de la perovskita. Al comparar los difractogramas de las muestras obtenidas en diferente atmósfera se encontró que la saturación de la cámara con oxígeno favorece más la formación de los óxidos a la temperatura de  $900^\circ\text{C}$ , por lo que la atmósfera de aire permite obtener mejores resultados; sin embargo es importante considerar el volumen de la cámara a fin de garantizar que haya el oxígeno necesario para la obtención de la perovskita.

### Conclusiones

El análisis de los espectros de FTIR permitió conocer la presencia de las fases hidróxidos metálicos; además de diferentes óxidos metálicos. Mediante la síntesis por autocombustión es posible la obtención de la perovskita  $\text{LaNiO}_3$  tanto en atmósfera controlada de oxígeno como en aire. En todos los grupos experimentales se obtuvo en mayor proporción la fase  $\text{LaNiO}_3$  con carta de identificación JCPDF # 33-0711 con estructura hexagonal y grupo espacial R-3m (166); además de las fases  $\text{NiO}$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}(\text{OH})_3$ ,  $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}$ ,  $\text{La}_2\text{NiO}_4$  y  $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ , las cuales se encontraron en menor proporción en las muestras obtenidas a  $900^\circ\text{C}$  tanto en atmósfera de oxígeno como en atmósfera de aire, por lo que esta temperatura permitió obtener materiales con mayor pureza. Los mejores resultados se obtuvieron en atmósfera de aire debido a que la cantidad de oxígeno dentro de la cámara del horno fue el necesario para obtener este material; sin embargo, es necesario seguir investigando qué otros factores afectan en la obtención de la fase perovskita  $\text{LaNiO}_3$  para optimizar el método de síntesis y obtener pura esta fase.

## Referencias

- Anon, 1987, Ishikawa  $\text{LaSrNiO}_4$ .pdf.
- Cano, U., 1999. Las celdas de combustible: verdades sobre la generación de electricidad limpia y eficiente vía electroquímica. *Boletín IEE*, pp.208–215. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Las+celdas+de+combustible:+verdades+sobre+la+generación+de+electricidad+limpia+y+eficiente+vía+electroquímica+Ulises#0>.
- Ishihara, T., 2009. *Perovskite Oxide for Solid Oxide Fuel Cells*.
- Kaiser, a., Monreal, E. & Stolten, D., 1997. Preparation techniques and materials for long term stable SOFC - Single cell membranes. *Ionics*, 3(1–2), pp.143–148.
- Leone, P. et al., 2008. Experimental evaluation of the operating temperature impact on solid oxide anode-supported fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, 33(12), pp.3167–3172.
- Lima, S.M. De & Assaf, J.M., 2002. Synthesis and Characterization of  $\text{LaNiO}_3$ ,  $\text{LaNi}_{(1-x)}\text{Fe}_x\text{O}_3$  and  $\text{LaNi}_{(1-x)}\text{Co}_x\text{O}_3$  Perovskite Oxides for Catalysis Application. *Materials Research Bulletin*, 5(3), pp.329–335.
- Moradi, G.R. & Rahmzadeh, M., 2012. The influence of partial substitution of alkaline earth with la in the  $\text{LaNiO}_3$  perovskite catalyst. *Catalysis Communications*, 26, pp.169–172.
- Moriche, R. et al., 2014. Chemical and electrical properties of LSM cathodes prepared by mechano-synthesis. *Journal of Power Sources*, 252, pp.43–50.
- Richardson, R. a., Mark Ormerod, R. & Cotton, J.W., 2003. Influence of synthesis route on the powder properties of a perovskite-type oxide. *Ionics*, 9(1–2), pp.77–82.
- Sánchez-De Jesús, F. et al., 2012. Crystal structure and mixed ionic–electronic conductivity of  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$  ( $0 \leq x \leq 0.8$ ) produced by mechano-synthesis. *Ceramics International*, 38(3), pp.2139–2144.
- Valderrama, G., 2005.  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_3$  Y  $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{2x}\text{NiO}_{4-\delta}$  OBTENIDOS A PARTIR DEL MÉTODO DE AUTO-COMBUSTIÓN. , 30, pp.332–338.
- Woolley, R.J. & Skinner, S.J., 2013. Novel  $\text{La}_2\text{NiO}_4+\delta$  and  $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}-\delta$  composites for solid oxide fuel cell cathodes. *Journal of Power Sources*, 243, pp.790–795.
- Zurita, P. et al., 2005.  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_3$  Y  $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{2x}\text{NiO}_{4-\delta}$  OBTENIDOS A PARTIR. , 30, pp.332–338.

# DETERMINAR EL GRADO DE CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN, POR MEDIO DE LA TECNOLOGÍA GAGEMETRICS APLICANDO LA METODOLOGÍA: REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Dr. Eloy Mendoza Machain<sup>1</sup>, MC. Ivan Salazar Gonzalez<sup>2</sup>

**Resumen**— En este estudio se aplicó la metodología Repetibilidad y Reproducibilidad combinado con la tecnología *GageMetrics* como se utiliza en la industria internacional. La investigación determina la ventaja de usar el *GageMetrics* con respecto al proceso manual que actualmente se aplica en México. Los resultados de comparar los procesos manual versus *GageMetrics* indicaron que los márgenes de errores en la variación del instrumento de medición en forma manual con 3.80% disminuyó con *GageMetrics* al 0.76 % y en la variación del factor humano en la medición en forma manual de 6.11 % minimizó con *GageMetrics* al 3.24%, donde ambos métodos son menores al 10 % criterio permitido internacionalmente. La tecnología *GageMetrics* optimiza los tiempos de los evaluadores diagnosticando variaciones de los instrumentos y del factor humano en segundos, para tomar decisiones inmediatas por si es necesario recalibrar el instrumento de medición y/o para ajustar el proceso de medición del evaluador.

**Palabras clave**— Confiabilidad de medición, Repetibilidad y Reproducibilidad, *GageMetrics*.

## INTRODUCCIÓN

En el entorno industrial mexicano existe la grave incertidumbre del grado de confianza que tienen sus instrumentos de medición para la manufactura de productos. Las fallas operativas de los instrumentos de metrología generan escenarios de costos excesivos provocando tomas de decisiones ineficientes aceptando productos defectuosos o viceversa rechazando productos de calidad.

*Data Myte HandBook*. (1995). Expresa que las tres posibles consecuencias por errores en la medición que deben evitar los industriales son: a) Producto defectuoso entregado al mercado, b) Producto con calidad se reprocesa como defectuoso y c) Producto con calidad se destruye como desperdicio.

Se requiere que las mediciones de los instrumentos sean computarizados para minimizar los tiempos de respuesta y corregir las desviaciones en las especificaciones en las líneas de producción, las cuales tienen altos volúmenes de producción ( en alimentos llegan a producciones de 120 millones de bolsas semanalmente y en automotriz algunos llegan a 80 autos ensamblados por hora) con estrictos rangos de tolerancia en las especificaciones ( en la automotriz existen piezas con un rango de 0.5 mm sobre medidas de un milímetro).

La tecnología *GageMetrics* propiedad de *AsiData Myte Inc* requiere ser conocida en el entorno industrial mexicano para tener la ventaja competitiva que utilizan sus competidores internacionales penetrando el mercado mexicano y desplazando la oportunidad a industriales nacionales.

## MARCO REFERENCIAL

### *Planteamiento del Problema*

Estudiar satisfacer la necesidad de una industria de electrodomésticos que requiere un dispositivo electro-mecánico-computacional para medir con alto grado de confiabilidad la ubicación de cuatro perforaciones en las esquinas superiores de los refrigeradores donde ensamblan las bisagras para las puertas. Esta medición es crítica para el cierre hermético del espacio interior del refrigerador que permite eficiencia en el sistema de enfriamiento y ahorro de consumo eléctrico con menor gasto económico para las familias mexicanas.

### *Contexto Teórico.*

Los resultados de las medidas nunca corresponden con los valores reales de las magnitudes a medir, sino que en su menor o mayor extensión, son defectuosos es decir están afectados de error. La interacción entre el sistema físico y el instrumento de medición constituye la base del proceso de medición, pero la interacción perturba en cierto grado las condiciones en que se encuentra el sistema antes de la medida. Como consecuencia está la existencia de

<sup>1</sup> Dr. Eloy Mendoza Machain asesor del staff de la Dirección General en Automated Data Systems S.A. de C.V., Monterrey, Nuevo León, México. [emendozamachain@gmail.com](mailto:emendozamachain@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> MC. Ivan Salazar Gonzalez Profesor de Posgrados en el Instituto de Estudios Universitarios de Puebla, México. [saivgon@gmail.com](mailto:saivgon@gmail.com)

diferentes fuentes de error, por lo que se plantea la interrogante en qué grado los resultados son confiables. Por tal motivo al resultado de una medición se le asocia un valor que indica la calidad de la medida o grado de precisión.

El problema de la existencia de errores en las lecturas de las medidas de longitud en sentido estricto, se refiere al valor exacto de una magnitud. Existen errores de medida de longitud con alteraciones ambientales, como los cambios de temperatura o presión o las propias características del proceso de medida.

La metodología Repetibilidad y Reproducibilidad (R y R) se utiliza para conocer el grado de error en la medición producida por factores como: el operador del instrumento, por el mismo instrumento de medición y por las características del producto. “Toda disciplina que requiere de medición por instrumentación, necesita tener la metodología de Repetibilidad y Reproducibilidad para determinar el grado de confiabilidad que le proporciona el instrumental a utilizar, considerando las variaciones del operador, del instrumento y de objeto a medir”. (*Data Myte HandBook.*, 1995, cap. 7 p. 02).

Ante la gran necesidad de la industria por tener confianza en que sus instrumentos de medición son confiables en las lecturas que proporcionan a los usuarios, se requiere implementar una nueva tecnología del mercado internacional que esta introduciéndose al mercado nacional denominada *GageMetrics*.

#### *Metodología empleada.*

El alcance de la investigación bajo el enfoque se definió por el método deductivo aplicando el positivismo para estudiar el comportamiento del proceso R y R coordinado por la conducción de la tecnología *GageMetrics* y por objetivo se clasificó como exploratorio y descriptivo aplicando el diseño del instrumento de medición de la presente investigación en las líneas de ensamble de productos electrodomésticos y la realización de estudios con la estadística descriptiva ejecutando procesos de normalización de datos y la aplicación de promedios y rangos con desviaciones estandar.

En el diseño de la investigación se determinó por las características particulares de las dimensiones y ubicación de los orificios, al ser un estudio cuantitativo deductivo con prueba de teorías e hipótesis, así como en el proceso del diseño se administraron variables experimentales bajo el contexto de: transeccional descriptivo, para identificar la incidencia de la confiabilidad del instrumento de medición en la calidad de los productos. El método de la investigación es en base al pragmatismo inmerso en la metodología cuantitativa con la recolección de datos medibles (estandarizados y predeterminados) y el análisis de datos por medio de la estadística descriptiva (medias, rangos y desviaciones estandar).

La metodología R y R requiere de la elaboración de los dos siguientes documentos considerados en la tecnología *GageMetrics* e incluidos en el diseño del instrumento de recolección de datos: Hoja de datos de R y R (Es la matriz de mediciones realizando estadística descriptiva estandarizando los datos recolectados hacia una distribución normal) y el Reporte de datos R y R (Cálculo de las variaciones total de medición considerando las variaciones del instrumento y del operador). De tal forma que se identifica las siguientes causales: a) La variación del proceso es a causa del operador y b) La variación del producto es a causa del instrumento.

De acuerdo a la normatividad de la metodología R y R se seleccionaron los siguientes elementos para la muestra a utilizar en los procedimientos tanto de operación manual como el uso del *Gagemetrics*:

- El grupo de personal es de tres operadores, siendo requisito indispensable que sean los mismos operadores en los dos procedimientos de la investigación y no tener experiencia en la tecnología *Gagemetrics*, en contraposición si se requiere tener experiencia en las mediciones de precisión, conocimientos e interpretación de gráficos estadísticos para toma de decisiones en la misma estación de trabajo.
- El número de piezas a considerar en la muestra es de diez refrigeradores
- El número de pruebas son tres mediciones en cada refrigerador que debe realizar cada operador designado, para cumplir con los requisitos de estudios estadísticos.

Los dos instrumentos a utilizar en la investigación se definen como: instrumento de medición (dispositivo mecánico-electrónico-computacional e instrumento de recolección (matrices para registro y procesamiento estadísticamente de datos sobre variaciones de medición).

La función del *master* en el dispositivo de medición y recolección de datos identificado en la figura 1 como un bloque de acero con cuatro agujeros de color negro, tiene la función específica de recalibrar las cuatro puntas periódicamente para posicionar el instrumento de medición y recolección de datos dimensionales, así como los medidores *Mitutoyo* con el posicionamiento de las cuatro puntas pueden medir las distancias entre las superficies de la esquina del refrigerador



Figura 1. Dispositivo de medición con Gagemetrics ADS  
 Fuente: Automated Data Systems SA de CV.ADS. (2014)

*Hipótesis*

La investigación desea resolver la problemática de la industria nacional en la confiabilidad y validez de los instrumentos de medición industriales para lo cual determina como hipótesis "La mejora continua de la productividad varía en proporción al grado de confiabilidad en los instrumentos de medición, al aplicar la metodología Repetibilidad y Reproducibilidad con la tecnología GageMetrics". Donde se determina como variable independiente el grado de confiabilidad del instrumento de medición (considerando las posibles causales: variación del operador y variación del instrumento de medición) y como variable dependiente la productividad.

*Análisis de Datos*

Aplicando la estadística descriptiva usando un diagrama de barras con el cual se va graficando el porcentaje obtenido en las cinco pruebas experimentales del nivel de confiabilidad de la metodología R y R y sumando la tecnología *GageMetrics*, se determinaron diversas causas a corregir para poder obtener el nivel de un porcentaje menor de error en un 10% que marca como aceptable la norma internacional para validación de confiabilidad de un instrumento de medición.

En la realización de la prueba piloto se obtuvo un nivel del 93.6% siendo inaceptable y en el desarrollo de las siguientes pruebas se fue disminuyendo el valor hasta llegar al nivel de 6,19% para tener la aprobación de la asertividad de los datos recolectados. (Ver tabla 1)

**Tabla 1. Comparación de variaciones con instrumento de medición ADS**

VALORES DE LAS DESVIACIONES GENERADAS POR EL FACTOR HUMANO ( A V ) Y POR EL FACTOR INSTRUMENTO ( E V ) Y LA RESULTANTE DE AMBOS NOS DA EL R y R			
PRUEBAS	R y R %	VALUADOR	INSTRUMENTO
		A V %	E V %
PRUEBA PILOTO	93.6	25.5	90.04
PRUEBA 2	39.5	12.07	37.64
PRUEBA 3	32.5	27.85	16.65
PRUEBA 4	17.1	17.08	0.4
PRUEBA FINAL	6.19	6.11	0.99

NIVEL APROBADO

Durante el proceso de las cinco pruebas experimentales para calibrar el instrumento de medición y desarrollar las habilidades de los operadores del instrumento, se requirieron hacer cambios de materiales diversos como en las superficies de contacto con el refrigerador el uso de materiales plásticos con cierta dureza y flexibilidad para sujeción del producto y no dañar la apariencia del acabado superficial y en las puntas de posicionamiento en los

cuatro agujeros utilizar acero inoxidable de uso rudo, utilizado en la industria de la inyección de plástico, de tal forma que se obtenga una durabilidad que permita ofrecer una garantía por desgaste de uso en mediciones hasta por cinco años.

Al llegar a los niveles de óptimos en las mediciones, se refuerzan los puntos de sujeción de los componentes del instrumento, recomendando reapretar cada seis meses las partes en este dispositivo y el uso del patrón máster de la alineación de las cuatro puntas cada semana mientras los resultados obtenidos estén abajo del 10 %, en caso de presentarse valores superiores entonces se recomienda uso del máster cada 2 días mientras se corrigen los valores a los niveles deseados. (Ver tabla 1)

Analizando la tabla 1 se aprecia como el comportamiento de las desviaciones de errores en la medición atribuibles al operador del dispositivo y al instrumento en conjunto, generan bajo el proceso estadístico de la metodología R y R, la variación final de error del instrumento. Importante considerar que en el proceso de las cinco pruebas experimentales se fue modificando el diseño del instrumento y se realizaron cursos de entrenamiento al personal valuator de posiciones de las manos para sujeción y posicionamiento de asentamiento del instrumento en las superficies de las paredes en el refrigerador.

Los conceptos a evaluar por medio de la colección de datos correspondientes a dos distancias X y Z, son la variación del proceso y la variación de las mediciones. El proceso de mediciones es encontrar la posición verdadera del orificio indicado en las flechas naranja, de tal forma que se encuentra el centro de ese orificio con respecto a las paredes del refrigerador medidas con los instrumentos mitutoyo. De estos valores partimos para determinar las variables. (Ver figura 2.)

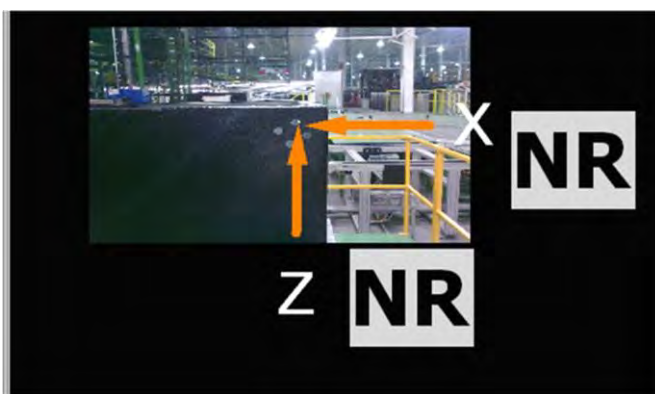


Figura 2. Recolección de datos del refrigerador en estación de trabajo  
 Fuente: Automated Data Systems SA de CV. (2014)

### COMENTARIOS FINALES

#### Resumen de resultados

Después de realizar las mediciones bajo el proceso de tres operadores realizando tres pruebas cada uno en diez refrigeradores se obtuvieron noventa muestras que estadísticamente son suficientes para los siguientes resultados resumidos en la tabla 2. Donde se aplicó la metodología R y R tanto en el proceso manual actualmente utilizado por la industria nacional como en el proceso con *GageMetrics* motivo de la investigación.

**Tabla 2. Resultados de utilizar proceso manual versus *GageMetrics***

METODOLOGIA DE REPETIBILIDAD y REPRODUCIBILIDAD			
COMPARATIVO DE VALORES ENTRE DOS PROCESOS			
CONCEPTO	MANUAL	GAGEMETRICS	VARIACION
% R y R distancia X	5.11%	6.19%	21
% R y R distancia Z	8.00%	6.19%	23
VE ( instrumento) X	3.80%	0.99%	74
VE ( instrumento) Z	7.60%	0.99%	87
VA ( operador) X	3.40%	6.11%	80
VA ( operador) Z	2.76%	6.11%	121



Se obtuvieron las siguientes observaciones en los resultados: 1) El uso del *GageMetrics* con respecto al método manual se obtuvo una mayor precisión en diferentes distancias de los ejes X, Y y Z por un rango desde el 21% hasta el 80%, generando mayor confiabilidad en la medición. 2) Para aumentar el grado de dificultad en los dígitos de las mediciones en el proceso manual se utilizaron tres dígitos mientras en el proceso automatizado con la tecnología *GageMetrics* se configuró el instrumento de medición ADS hasta cinco dígitos obteniendo mayor precisión o validez en la medición. 3) En ambos procesos de la investigación se obtuvieron en el proceso de medición una variación de error en la medición no mayor al 10% que es la norma internacional admisible. 4) Ante la velocidad de corta respuesta en tiempo por el *GageMetrics* se permitió incrementar el volumen de la muestra de refrigeradores por día generando menor incertidumbre y por consecuencia mayor objetividad en las mediciones.

En la tabla 2 de resultados el concepto de repetibilidad se identifica como VE, el cuadro presenta valores de 3.80% y 7.60% en el proceso manual, mientras la variación con la tecnología *GageMetrics* está en valores de 0.99% y 0.76%.

### *Conclusiones*

El proceso de investigación aplicado con base al planteamiento del problema se confirmó con la tabla 2 de los resultados, la aprobación de la hipótesis donde la productividad aumentó en la línea de electrodomésticos ante una mayor capacidad de inspección de producto, con una mayor confiabilidad, validez y objetividad en el uso del instrumento de medición configurado en la tecnología *GageMetrics*.

Con el software *GageMetrics* el personal de la línea de fabricación, mostró confianza y seguridad en su manejo, logrando disminuir los tiempos de los estudios R y R en un mínimo del 65% y cerrando el error de registro por factor humano a 0%, ya que la lectura del dato se procesa del instrumento de medición directo a la PC, donde se registra en una base de datos y se procesa directamente el estudio R y R, disminuyendo el tiempo de hora hombre.

Una vez que se culmina este proceso, se determina que el instrumento de medición fabricado para las especificaciones particulares del cliente, cumple dentro de los parámetros de calidad y se aprueba que la tecnología *GageMetrics* es altamente confiable en la sustitución del proceso manual, por tal motivo se procedió a la implementación de esta tecnología a otros 52 dispositivos de medición para agilizar los estudios R y R siendo satisfactorio para el cliente tanto desde el punto de vista de confiabilidad como de reducción de costos por mano de obra especializada en la elaboración manual de los reportes correspondientes.

La tecnología *GageMetrics* es confiable para la elaboración de los estudios Repetibilidad y Reproducibilidad, impactando en la productividad de la empresa, agilizando la toma de decisiones de la calidad del producto dentro de las líneas de proceso de fabricación, eliminando tiempos finales de reproceso o rechazo total de producto fuera de especificaciones e incluso eliminando la posibilidad de entregar al mercado producto de mala calidad. Demostrando así una disminución de fuertes impactos en los costos de manufactura.

La información del estudio R y R además de generarse en cuestión de segundos por el departamento de Metrología, también es enviada de inmediato a los diferentes departamentos que requieren el estudio, como: procesos, calidad e ingeniería quienes determinaran ajustes en sus labores para lograr continuamente la calidad del producto.

### *Aportaciones*

Es fundamental con la investigación hacer énfasis a los responsables de manufactura que el uso de software en sus operaciones de diario, permite hoy en día llegar a disminuir los errores por el factor humano en el manejo de los instrumentos de medición y determinar en tiempo real si el instrumento por su misma construcción se debe enviar al departamento de metrología para su calibración y así continuar con un alto grado de confianza en las lecturas de mediciones en un tiempo adecuado para no demorar el proceso.

Hoy en día las empresas corporativas transnacionales que están aplicando el *GageMetrics* en sus países de origen, lo han recomendado a sus filiales en México, ya que el costo de implantación tiene una óptima recuperación de inversión con los beneficios recibidos. Por lo tanto, en el mundo de la calidad ya existen niveles de especificaciones para los procesos de producción hasta de diezmilésimas de milímetro (0.000,05 milímetros). Estas medidas en el producto están fuera del alcance de la vista del ser humano. Como referencia la media del grosor de un cabello es de 4 décimas de milímetro (0.4 milímetros). Por tal motivo la captura de los datos es dependiente de los instrumentos de medición con tecnologías extranjeras como *GageMetrics*.

Una nueva línea de investigación del uso del *Gagemetrics* es aplicarlo en diferentes bases de datos de diversos instrumentos de medición para concentrar en un solo reporte todos los indicadores de desviaciones inherentes al factor humano, así poder determinar eficiencias laborales para: estrategia de incentivos económicos, áreas de

oportunidad para programas de capacitación y adiestramiento continuo al personal evaluador de los instrumentos de medición en las estaciones de trabajo en procesos continuos de manufactura.

## REFERENCIAS

Arrona, F. "Black Belt Seis Sigma" Generación 24 ava, Manual de Certificación. Monterrey N L: Ed. Centro de Competitividad de Clase Mundial, Facultad de Ciencias físico – Matemáticas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 2007

ASI Data Myte. Redefining Quality "Engage Plus" version 6.1, Measurement. USA: Ed. ASI Data Myte Inc.: pp. 120 – 134, 2006

Data Myte HandBook "Gage Capability Studies" Rockwell Automation version 6.0 Repeatability (Measurement) and (Reproducibility).USA: pp. 717 – 724. 1995

Fisicanet. Física-Unidades y medidas. consultada por Internet el 26 de abril del 2010. Dirección de internet:  
[http://www.fisicanet.com.ar/fisica/unidades/ap01\\_unidades\\_medidas.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/unidades/ap01_unidades_medidas.php)

Gutiérrez H. y De la vara R. "Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma", Calidad en Mediciones (Repetibilidad y Reproducibilidad). México: Ed. Mc Graw Hill pp. 278 – 319. 2009

Hernández Sampieri R., Fernández Collado, C, Baptista L. "Diseños experimentales de investigación: preexperimentos, experimentos verdaderos y cuasiexperimentos "Metodología de la Investigación 2ª ed. México: Ed. Mc Graw Hill, pp. 107 - 144. 2001

Tamayo F. "Certificación Black Belt Seis Sigma", Control Estadístico de Procesos. Monterrey N L: Ed. Centro de Diseño e Innovación De Producto I.T.E.S.M. Campus Monterrey NL. 1997

# MODELO DE ENTRENAMIENTO PARA LA VALIDACIÓN DIMENSIONAL DE MAQUINADO EN PROCESOS DE LEAN MANUFACTURING UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA

MC Miguel Mendoza Machain<sup>1</sup>, Dr Eloy Mendoza Machain<sup>2</sup>,  
Ing Daniel Segovia Torres<sup>3</sup>, Dr Eduardo Gonzalez Mendivil<sup>4</sup>,

**Resumen**— El estudio evalúa la utilización de la tecnología Realidad Aumentada (RA) en talleres de máquinas-herramientas para la validación dimensional de piezas en el proceso lean manufacturing, garantizando eficiencia en las especificaciones, eliminando riesgos en error de dimensionamiento y costos de remaquinado o desperdicio. En la producción de 240 piezas en el proceso de maquinado se consideraron las fases de preparación del proceso y maquinado, validación dimensional de piezas, disminución de la dependencia de personal altamente calificado y reducción de errores. En el proceso de comparación del método manual contra la tecnología RA, se obtuvieron los siguientes resultados: en la validación dimensional fué un ahorro del 45.16%, reduciendo los costos de maquinados: en torno 27.36 % y en fresadora 26.54%. La RA colabora en la calidad de piezas maquinadas acorde a las estrictas especificaciones del cliente, complementando los procesos de fabricación y logrando validación dimensional a detalle.

**Palabras clave**— Realidad Aumentada, Sistema dimensional FARO, Proceso de validación dimensional, dispositivo móvil.

## INTRODUCCIÓN

El control de la calidad no concierne sólo al producto terminado, ahora las tecnologías de medición controlan todo el proceso de fabricación de manera activa. Si la calidad del producto no cumple las especificaciones del cliente, se corre el riesgo de hasta perder proyectos.

Cuando se requieren operaciones múltiples o complejas en el proceso de fabricación de una pieza y su validación dimensional es primordial y además sucede que el operador tiene duda de que paso realizar o que el supervisor experto se encuentra fuera del taller por alguna causa, debido a esto es que nace la oportunidad de implementar la tecnología Realidad Aumentada (R.A.) en la educación y en un proceso esbelto de manufactura, como apoyo a los operadores técnicos de las máquinas-herramientas y de la máquinas de medición por coordenadas, con el objetivo de que el técnico pueda realizar en forma adecuada y oportuna la secuencia de los pasos del proceso.

## MARCO REFERENCIAL

### *Planteamiento del Problema*

Hoy en día la fabricación y la validación dimensional de piezas en el área de las máquinas-herramientas son importantes en la elaboración de *checking fixtures* y tener certeza que su proceso se lleva de una forma correcta, es garantía de que se entregara un trabajo con las especificaciones solicitadas, sin riesgo a tener que remanufacturar por un mal maquinado o por un mal dimensionamiento en una etapa temprana y que al final implica volver a procesar la pieza.

Tener una ayuda que interactúe con el operador, las máquinas y el equipo de medición para hacerlo en forma adecuada, puede llegar detener un error, antes de que avance más, es por eso que se requiere tener ayudas auxiliares, capacitación o guías del método correcto de fabricación y dimensionamiento. Este estudio evalúa la utilización de la tecnología R.A. en los talleres de máquinas-herramientas para hacer más eficientes en el proceso de maquinado esbelto y validación de una pieza.

El poder inspeccionar una pieza dimensionalmente cuando está montada aún sobre la máquina es una ventaja, ya que se puede reaccionar en el momento que se está maquinando. Las herramientas que intervendrán en este estudio

<sup>1</sup> MC Miguel Mendoza Machain es Director General de Automated Data Systems SA de CV. Monterrey, N L México  
[ads@adsmex.com](mailto:ads@adsmex.com)

<sup>2</sup> Dr Eloy Mendoza Machain Asesor Staff de la Dirección General. Automated Data Systems SA de CV, Monterrey, N L México  
[emendozamachain@gmail.com](mailto:emendozamachain@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> Ing. Daniel Segovia Torres es Diseño de Dispositivos Industriales en Automated Data Systems SA de CV, Monterrey, N L México  
[dsegovia@adsmex.com](mailto:dsegovia@adsmex.com)

<sup>4</sup> Dr Eduardo Gonzalez Mendivil es Director de Diseño y manufactura en Ingeniería del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores del Tecnológico de Monterrey. [egm@itesm.mx](mailto:egm@itesm.mx)

de evaluación es el Brazo FARO Gage (Maquina de Medición de Coordenadas, CMM) y las maquinas-herramientas (torno y fresadora).

La validación dimensional es necesaria para poder cumplir con las tolerancias especificadas por el cliente. Al tratarse de fabricación para *checking fixtures* y dispositivos de medición, los criterios de producción son muy estrictos llegando por ejemplo a manejar tolerancias muy cerradas hasta de 0.02 mm, por lo que hay que garantizar que se tengan las mediciones correctas. Es por esto que surgió la idea de crear un sistema de ayuda con Realidad Aumentada y aprovechar las bondades que esta tecnología ofrece para la transferencia del conocimiento.

#### *Delimitación de la Investigación*

La investigación se desarrolla en un taller de maquinados, utilizando un proceso de fabricación y validación dimensional de una pieza, interactuando con el torno, la fresadora y con los procedimientos para realizarlo, así como la utilización del Faro Gage para la validación, para que su proceso *lean manufacturing* esté libre de errores y no dependa de la persona que lo esté realizando al utilizar RA como tecnología para apoyar en estos procesos.

#### *Contexto Teórico*

Para fines del desarrollo del estudio se determinaron las aplicaciones de los siguientes procesos con la vinculación de determinadas tecnologías y metodologías descritas a continuación:

El proceso de manufactura tiene como objetivo la fabricación mecánica con la transformación de una materia prima en un producto acabado cumpliendo los requerimientos de calidad y precio necesarios. Para ello se dispone de diversas tecnologías en función de los materiales a transformar, los requerimientos del producto, el volumen de piezas a fabricar, etc. Mediante el procedimiento de mecanizado se da forma con una herramienta aun material mediante el arranque de trozos de material o virutas. De tal forma se distinguen en la investigación tres grandes grupos de mecanizados: a) Mecanizado por arranque de viruta, b) Mecanizado por abrasión y c) Mecanizado por procedimientos especiales. En el mecanizado por arranque de viruta se eliminan trozos de material mediante herramientas con filos perfectamente definidos. Los más habituales son: serrado, limado, taladrado, roscado, torneado y fresado.

En los procesos de metodologías para la manufactura se consideraron: a) el proceso *Lean Manufacturing* (proceso esbelto) basado en el Sistema de Producción Toyota (SPT) desarrollado por Taichí Ohno y Shigeo Shingo, donde se desarrolla el enfoque del flujo de los procesos y reducción de la cantidad de actividades que no agregan valor e impiden un flujo continuo. Para lograr el proceso esbelto se requiere el uso del concepto Justo a Tiempo (JIT) para planear la optimización de los materiales a usar en los procesos de manufactura. Así también destaca la metodología del cambio de herramientas en pocos minutos (SMED), la cual genera estrategias para que cualquier preparación de un proceso deba ser en un tiempo menor a diez minutos. De tal forma se conjuntan el uso de las metodologías: JIT y SMED para formar parte del SPT.

La metrología dimensional es la ciencia que gestiona la medición de magnitudes geométricas: dimensiones, formas y acabados superficiales, para sustentar el control de calidad en una empresa de fabricación de piezas o sistemas mecánicos. Su importancia se valida porque diversos componentes de un producto deben ser dimensionalmente homogéneos en dimensiones y geometría, para lograr que sean intercambiables aun siendo fabricados en distintas máquinas, plantas, empresas o incluso países.

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología de visualización que permite al usuario ver en tiempo real, información virtual añadida o sobrepuesta sobre el mundo real percibido. La Realidad Aumentada tiene el potencial de “aumentar” la experiencia visual del usuario y al mismo tiempo ser una tecnología muy útil debido a la gran diversidad de actividades a las que puede ser aplicada (Furht, B. 2011). Este concepto de visión aumentada puede ser utilizado en distintas áreas que parten desde la industria del entretenimiento, mercadotecnia, arquitectura hasta la asistencia en actividades muy complejas en mantenimiento de líneas productivas, industria automotriz e incluso medicina. La Realidad Aumentada implica un apoyo visual que puede ayudar a reducir errores en tareas críticas que representan un riesgo considerable para el usuario. En los últimos años, la investigación de RA para aplicaciones de manufactura se ha desarrollado porque su tecnología se adapta muy bien en tareas como ensamble, desensamble, operaciones de mantenimiento, diseño y planeación de producto, simulación de manufactura, entre otras. El término de Realidad Aumentada fue utilizado por primera vez por T.P. Caudell y David Mizell en 1992 donde se limitaban a mencionar que esta tecnología es la superposición de material generado por computadora sobre el mundo real y “aumenta” el campo de visión del usuario con información necesaria para realizar una tarea específica (Caudell, T. P. y Mizell, D. W, 1992.). Años más tarde, Ronald Azuma (Azuma, R. 1997) definió que un sistema de RA debe cumplir con tres requerimientos principales. 1- Combinar la realidad con elementos virtuales. 2- La interacción entre elementos es en tiempo real. 3- Las imágenes son visualizadas en espacios 3D. También establece que la RA no

debe ser dependiente del hardware en el que se visualiza. Esto permite que otras tecnologías, además de los Head Mounted Display HMD (utilizados por Caudell), entren en la categoría de los dispositivos capaces de soportar RA.



Fig. 2. Aplicación de Realidad Aumentada para servicio y mantenimiento.  
Fuente: Metaio Inc. (2014)

Los conceptos de herramienta y de máquina-herramienta difieren en objetivo. Las herramientas son seleccionadas en función de los materiales (modo de fabricación, material a utilizar), mientras las máquinas-herramientas son en función de la operación (agujerar, cortar, pulir, torneado, fresado, etc.). Las máquinas-herramientas convencionales más conocidas son: tornos, fresadoras, perforadoras, serruchos y rectificadoras (Schwab, L. 2011). La llegada del Control Numérico Computarizado (CNC) en todo tipo de máquinas-herramientas optimiza sus niveles de calidad y seguridad.

Las máquinas de medición por coordenadas (CMM) capturan datos dimensionales pasando un sensor de punta esférica, llamado palpador, por la superficie de la pieza a medir, es así como determinan las coordenadas de un punto en el espacio. El cumplimiento de estándares internacionales exige verificar que sus piezas estén dentro de los límites de tolerancia con una alta confianza. Las CMM son vitales para la precisión dimensional, pero tienen la desventaja de tener su posicionamiento fijo, ahora existen la CMM's portátiles quienes aportan precisión y coherencia de las máquinas tradicionales, pero directamente a la zona de producción, permitiendo movilidad de posición a la necesidad de la estación de trabajo (FARO Spain.2009).



Fig. 3. CMM portátil  
Fuente: FARO España (2009)

En los dispositivos móviles las aplicaciones de la RA pueden ser procesadas en diferentes dispositivos, en los PCs, ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes y unidades de exposición, entre otros. Todas las aplicaciones de RA tienen una configuración similar a la mostrada en la Fig. 4: tienen un procesador u ordenador para ejecutar el software; que tiene una pantalla para mostrar la información virtual (o aumentada) al usuario y utiliza una cámara para capturar el medio ambiente y el marcador de activación (Castro C. 2012).





Fig. 4. Dispositivos entorno a RA  
Fuente: Carlos Castro, ITESM (2012)

**Pantalla:** televisores, monitores, dispositivos móviles como Tablet-PC o teléfonos móviles. La selección del dispositivo de salida a usar dependerá de en que tipo de aplicación tenemos la intención de usar RA, siendo la pantalla y HMD de los dispositivos móviles los que ofrecen un mayor confort, ergonomía y libertad de movimientos para el usuario. En la pantalla tipo de HMD la experiencia del mundo real es mayor, a diferencia de otros tipos de pantalla. (Billinghurst, 2002)

**Cámara:** Pueden ser tan simple como cámaras web comerciales, o sofisticados como los dispositivos de captura de vídeo de tipo industrial. El objetivo del dispositivo de captura de vídeo es obtener la imagen de vídeo del mundo real en el proceso según sea necesario y, finalmente, se presentan en conjunción con el contenido superpuesto RA 3D o 2D, que "aumenta" la realidad captada por la cámara misma.

Hoy en día, los dispositivos móviles como tabletas y teléfonos inteligentes son más accesibles, son una excelente opción para aplicaciones en RA. Las tabletas y los teléfonos inteligentes han ido aumentando su capacidad de procesamiento en los últimos años lo que permite que se ejecuten gráficos más pesados y algoritmos de reconocimiento de imágenes. El dispositivo móvil tiene la pantalla y la cámara incluida; estos elementos consiguen mejoras en los últimos años por la adición de lentes de percepción y cámaras térmicas. (FLIR ONE, 2014).

#### *Hipótesis*

La tecnología de Realidad Aumentada hace más eficiente para el operador el proceso de fabricación y de validación dimensional de una pieza en el taller de maquinados.

#### *Metodología empleada.*

El diseño del método es de carácter deductivo en cual se realiza la secuencia de fabricación y validación de una pieza tomando los tiempos de cada operación. Se analizan y grafican los datos sin utilizar RA y después utilizando RA para comparar el resultado de la implementación de esta tecnología.

La metodología a utilizar es cuantitativa, analizando datos colectados de la toma de tiempos y los resultados utilizando la estadística descriptiva mediante gráficos para visualizar el beneficio de la implementación. En el estudio presentado se hará uso de máquinas-herramientas (torno y fresadora), Máquina de Medición por Coordenadas Portátil (FARO Gage), Dispositivo Móvil (Tablet) y Cronómetro. Todos estos elementos intervienen en este análisis y ayudaran a obtener los resultados de la prueba.

#### *Análisis de Datos*

En la tabla 2 se muestra un análisis de los datos de tiempos de cada uno de los procesos al realizar una pieza, en cual se puede observar la disminución del tiempo al implementar la aplicación RA.

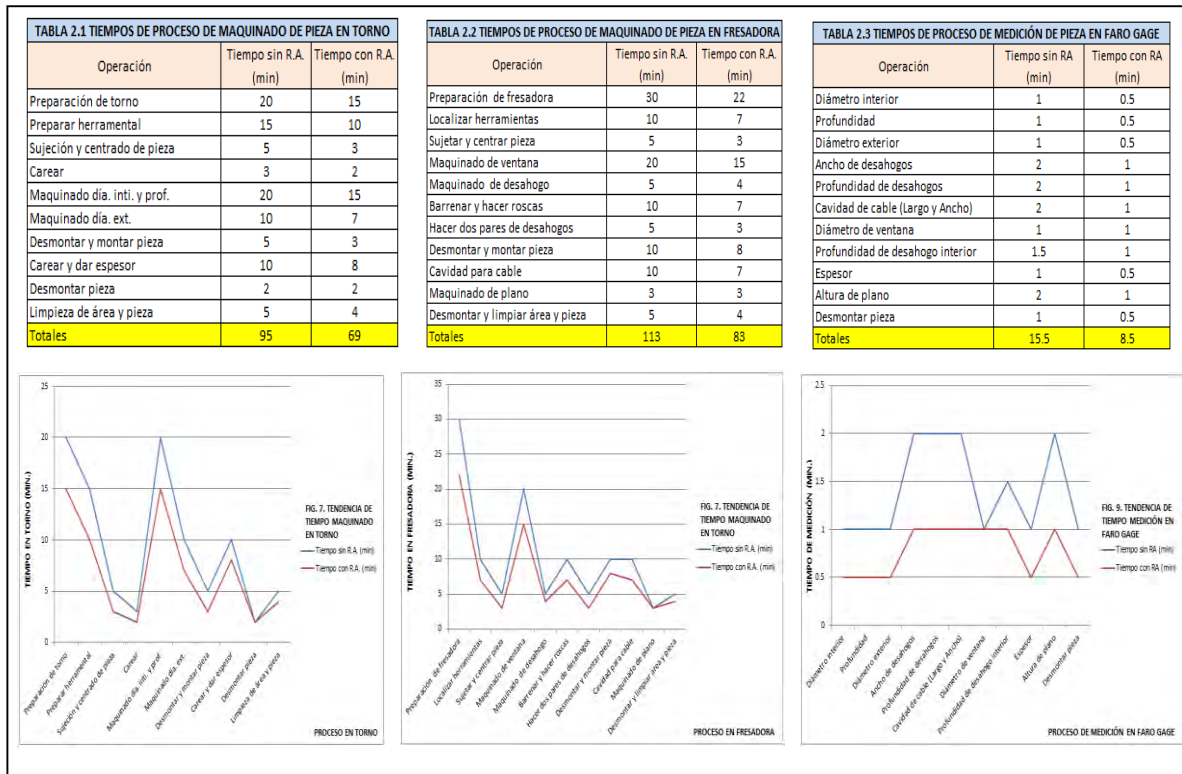


Tabla 2. Análisis de datos de tiempos antes y después de utilizar R.A.  
 Fuente: Automated Data Systems S.A. de C.V. ADS (2015)

En la tabla 3 se muestra los datos totales para una producción de 10 piezas diarias que realiza ADS a este tipo de proceso, es decir 60 piezas a la semana, 240 piezas al mes, dando como resultado los siguientes datos.

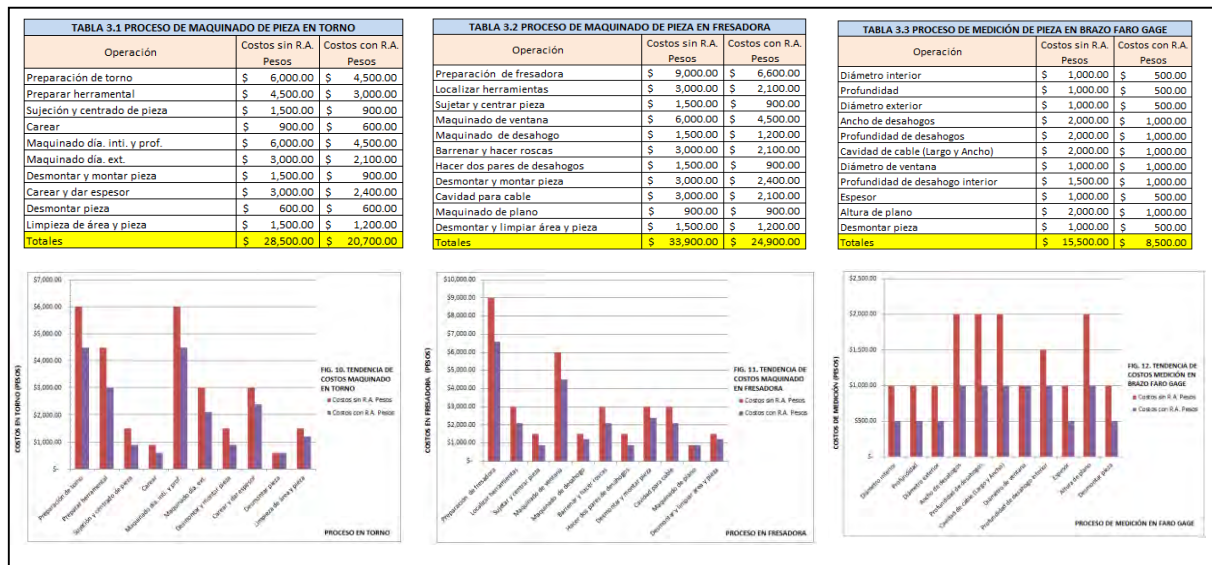


Tabla 3. Análisis de datos de costos considerando una producción de 240 piezas mensual en cada proceso antes y después de utilizar R.A.  
 Fuente: Automated Data Systems S.A. de C.V. (2015)

*Resumen de resultados*

En los resultados que se obtuvieron en este estudio se mencionan los siguientes: reducción de tiempo en la preparación del proceso, en el maquinado, en la medición, en la validación, en la toma de decisiones durante el maquinado y también disminuye la dependencia del operador de la gente experta, reduciendo además la posibilidad de un error. A través de la investigación del uso de RA en el proceso del torno se redujo el costo de \$28,500 a \$20,700 lográndose reducir un 27.36%. En cuanto a la fresadora el costo sin RA es de \$33,900 reduciendo a \$24,900 reflejándose un ahorro de \$9,000 equivalente a un 26.54%. Para la validación dimensional se logró pasar de \$15,500 a \$8,500 obteniendo un ahorro de 45.16%. Los resultados de las gráficas anteriores concluyen con la tabla 4 que resume los costos totales del proceso de fabricación.

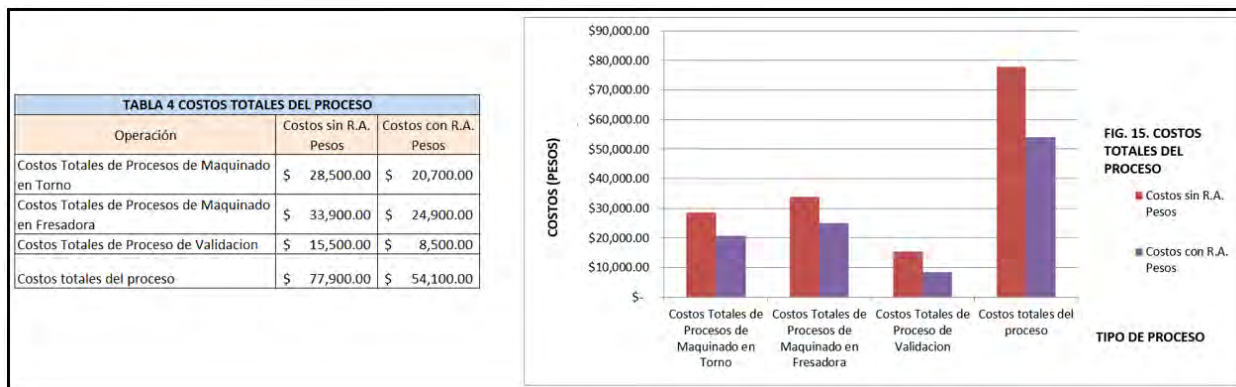


Tabla 4. Análisis de datos, costos totales en una producción de 240 piezas al mes antes y después de utilizar R.A. Fuente: Automated Data Systems S.A. de C.V. ADS (2015)

*Conclusiones*

El complementar los procesos de fabricación aumentando la realidad, ayuda en el proceso secuencial de la elaboración, logrando guiar a los involucrados a niveles de detalle. RA viene a eliminar las posibilidades de error en estos procesos, reduciendo tiempos de ejecución que impactan favorablemente a la reducción de costos, además de otras bondades, es por eso que el potencial de crecimiento es una gran expectativa para sus desarrolladores ya que el campo de aplicación es muy amplio obteniendo beneficios al implementador.

La utilización de la RA es de gran utilidad en las siguientes áreas: Educación (desde nivel preescolar a niveles profesionales en la realización de actividades), Médica (tratamiento de un paciente enfermo y realización de un estudio especial) y Administración (proceso de certificación de normas ISO)

*Nuevas Líneas de Investigación*

El poder integrar la RA con sistemas relacionados de adquisición y monitoreo de datos en las áreas de calidad, producción, mantenimiento, programación de procesos de manufactura y además que interactúe con el usuario encargado de estas áreas, para mostrarle indicadores del desempeño del comportamiento del proceso.

**REFERENCIAS**

Furht, B. "Handbook of Augmented Reality" ISBN 978-1-4614-0063-9. Department of Computer and Electrical Engineering and Computer Science. Florida Atlantic University, US. 2011.

Caudell, T. P. y Mizell, D. W. "Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes", Proceedings of 1992 IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences, pp 659-669, 1992.

Azuma, R. "A Survey of Augmented Reality". In Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4, August, pp.355 – 385, 1997.

Schvab, L. "Máquinas y Herramientas", Cap. 1, pág. 8, 9, 11,12, 13 Cap.2 pág. 14,19, 20. 2011.

FARO Spain, Technology White Paper, pag.1-2 2009.

Castro C. "A methodological framework for augmented reality technological applications in industrial field". Tesis MSM, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Monterrey, México; 2012.

FLIR ONE. "Para su vida" The World's Sixth Sense. Recuperado: 03 de marzo del 2014, <http://flir.com.mx/life/>

# DISTRIBUCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN MÉXICO

Dra. Jessica Mendoza Moheno<sup>1</sup>, Itzel Luna García<sup>2</sup>, Karen Merari Hernández González<sup>3</sup>  
y Mtra. Blanca Cecilia Hernández Salazar<sup>4</sup>

**Resumen.-** El objetivo del presente documento consiste en analizar la concentración de las capacidades tecnológicas en las diferentes entidades federativas de México, a través de una serie de indicadores, con el fin de obtener un diagnóstico. A partir del estudio realizado por la CEPAL (Lugones, Gutti y Le Clech, 2007), elaboramos un estudio documental, considerando la base disponible, los esfuerzos realizados y los resultados logrados, para establecer un ranking y agrupar los estados a través de clusters. Los principales resultados muestran una heterogeneidad en la forma en que están distribuidas las capacidades tecnológicas en el país, observando mayor concentración en la Ciudad de México, siendo necesario el impulso y puesta en marcha de políticas a nivel gubernamental que permitan la generación y el desarrollo de capacidades. La contribución de este trabajo reside en el análisis de las capacidades tecnológicas en el país para obtener un diagnóstico de su distribución, ya que existen investigaciones a nivel mundial y Latinoamérica, pero no a nivel de México.

**Palabras clave.-** Capacidades tecnológicas, diagnóstico, ranking, clusters

## Introducción

La competitividad de las naciones está determinada en gran medida por el desarrollo tecnológico. Así mismo, el crecimiento y desarrollo económicos pueden ser explicados a través de la evolución de capacidades tecnológicas (CT) (Lugones, Gutti y Le Clech, 2007). Sin embargo, la distribución de dichas capacidades no es en forma equitativa, varían de acuerdo con la industria, el tamaño de las empresas, el nivel de desarrollo y el país (Molina, 2012).

El estudio de la acumulación de CT ha sido analizado en 3 diferentes niveles (Archibugi y Coco, 2004): a) Nivel microeconómico (en empresas), b) Nivel macroeconómico (nacional), y c) Mesoconómico (Sectorial). En la presente investigación se parte del enfoque macroeconómico para analizar las CT en México. La motivación surge de la necesidad de analizar cómo se distribuyen las CT en las diferentes entidades federativas, a través de una serie de indicadores, debido a que la mayoría de las investigaciones se han centrado en estudios de caso que analizan el proceso de aprendizaje (Torres, 2006), destacando la necesidad de su estudio a nivel de países. La contribución de este trabajo reside en el análisis de la distribución de las CT para obtener un ranking y la agrupación de las entidades federativas en *clusters*.

El trabajo se organiza como sigue: en el primer apartado se hace una revisión de la literatura existente hasta el momento sobre CT y su medición, señalando los indicadores que han sido propuestos por diferentes expertos. El segundo apartado muestra la metodología que fue aplicada en la investigación, seguido por los resultados y las conclusiones.

## Revisión de la literatura

Dos factores importantes que determinan la competitividad de los países altamente desarrollados son las capacidades de aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas (CT) (Lundvall, 1992). Para el caso de los países de América Latina, la competitividad depende de sus CT y del acceso al conocimiento (Álvarez, Fischer y Natera, 2013).

Las CT son el conjunto de habilidades con que cuenta una empresa para usar eficientemente el conocimiento tecnológico adquirido; para asimilar, utilizar, adaptar y cambiar tecnologías existentes, así como la habilidad para

<sup>1</sup> Jessica Mendoza Moheno es profesora de Administración de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México, [jessica\\_mendoza@hotmail.com](mailto:jessica_mendoza@hotmail.com)

<sup>2</sup> Itzel Luna García es alumna de la Licenciatura en Administración de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México, [itzelluna96@outlook.com](mailto:itzelluna96@outlook.com)

<sup>3</sup> Karen Merari Hernández González es alumna de la Licenciatura en Administración de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México, [karenziux05@hotmail.com](mailto:karenziux05@hotmail.com)

<sup>4</sup> Blanca Cecilia Salazar Hernández es profesora de Administración de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México, [Salazar.bc@gmail.com](mailto:Salazar.bc@gmail.com)



crear nuevas tecnologías y desarrollar productos y procesos (Dutrénit y Vera-Cruz, 2002). Bell y Pavitt (1995) lo resumen como la adquisición de conocimientos y habilidades para adquirir, mejorar y generar nuevas tecnologías.

En un principio se creía que el desarrollo de CT dependía únicamente de factores internos, sin embargo, a partir de investigaciones realizadas en países de reciente industrialización, se consideran también los factores externos como elementos explicativos. En este sentido, el desempeño en las empresas está condicionado por el entorno, siendo importante desarrollar vínculos que permitan el desarrollo de capacidades con miras a la innovación. Las empresas deben aprender de los avances de otros actores en el mercado, así como de los propios factores internos para generar nuevas ideas que le permitan innovar. El comportamiento estratégico de las empresas es sólo una respuesta a los incentivos macroeconómicos, así como a la habilidad para absorber métodos y tecnologías (Molina, 2012), por lo que las decisiones tomadas por cada país en relación a la forma en que las tecnologías son absorbidas y adaptadas, depende del nivel de desarrollo y modernización (Alvarez, Fischer y Natera, 2013), siendo el entorno fundamental para ello.

Existen diversas investigaciones de CT a nivel de países que han utilizado indicadores para su medición. Uno de ellos es la investigación del Índice ArCo que mide la capacidad tecnológica de los países. En esta investigación, las CT se miden a partir de una variedad de indicadores y provee un indicador sintético. Las dimensiones que toma en cuenta son creación tecnológica, infraestructura tecnológica y desarrollo de habilidades humanas. El índice ArCo identifica 4 grupos de países: a) líderes, b) líderes potenciales, c) rezagados y d) marginales. México quedó dentro del grupo de países rezagados, ocupando el lugar 42, con un valor tecnológico global de 0.274. A nivel de América Latina ocupa el lugar número 7, después de Chile, Argentina, Uruguay, Panamá, Venezuela y Costa Rica (Archibugi y Coco, 2004).

Otro referente importante es el Índice de Competitividad en Tecnología de la Información (TI), donde México obtuvo la posición 44, de un total de 66 países en materia de competitividad tecnológica (The Economist Intelligence Unit, 2011). El índice toma en cuenta 6 aspectos: a) ámbito comercial, b) infraestructura de tecnologías de información, c) capital humano, d) ámbito de investigación y desarrollo, e) ámbito legal, y, f) apoyo para el desarrollo de la industria de tecnologías de información. Los niveles peor evaluados en nuestro país fueron la investigación y desarrollo, la infraestructura de tecnologías de información y el capital humano. Borondo (2008) señala que mientras mayores son la apertura comercial, la I+D y el nivel educativo, un país será capaz de asimilar mejor la tecnología extranjera. Por su parte, Blázquez de la Hera y García Ochoa (2009), en su investigación utilizan indicadores publicados en el Global Competitiveness Report que muestran la capacidad de innovación tecnológica en países de Latinoamérica. Las dimensiones utilizadas en dicha encuesta son política tecnológica, generación de tecnología e innovación y nivel de desarrollo tecnológico.

Por lo tanto, el análisis de las CT nacionales es importante para determinar el nivel que se tiene, que permita dar una explicación de la situación del entorno y determinar con ello políticas de apoyo para su desarrollo.

### Metodología

El objetivo de la investigación consiste en obtener un diagnóstico de CT en México, analizando su distribución por entidad federativa, con el fin de obtener un ranking y el agrupamiento de los estados en clusters. A partir del estudio realizado por la CEPAL (Lugones, Gutti y Le Clech, 2007), consideramos las siguientes 3 dimensiones con sus respectivas variables (Tabla 1):

Tabla 1. Variables incluidas en la investigación

<b>Base disponible</b>	
Acervo de recursos humanos	- Tasa de alfabetización - Promedio de escolaridad - Matrícula en postgrado (alumnos en maestrías y doctorados) - Titulados en ciencia e ingeniería - Personas dedicadas a la ciencia y tecnología (Profesores SNI)
Infraestructura	- Líneas de teléfono fijas - Líneas de teléfono móviles - Hogares con banda ancha
<b>Esfuerzos realizados</b>	
Acervo de recursos humanos	- Gasto público en educación
Esfuerzos innovativos	- Gasto en actividades de ciencia y tecnología y en I+D



	- Empresas con proyectos innovadores - Empresas con innovaciones en productos
<b>Resultados</b>	
Patentes	- Solicitadas
Publicaciones científicas	- Número de publicaciones en Thomson Reuters

Fuente: Elaboración propia con base en Lugones, Gutti y Leclech (2007)

Los datos fueron recogidos a través de diferentes fuentes en internet, tales como INEGI (2015a, 2015b), INEGI-CONACYT (2012), CONACYT (2015), SEDESOL (2013), IEESA (2012), IMPI (2015) y ANUIES (2016). Para las publicaciones científicas, se hizo una revisión en Thomson Reuters hasta el año 2015. Una vez recogidos los datos, se ponderaron los valores de 1 a 32 en forma descendente, de tal forma que 1 representa el estado con mejores condiciones y 32 el menos favorecido. Posteriormente se calcularon las medias por estado, promediando las variables. Finalmente realizamos un análisis de conglomerados para determinar el número de grupos y sus características, a través del análisis jerárquico.

### Resultados

La tabla 2 muestra los valores ponderados por variable y estado, así como el ranking final. La Ciudad de México ocupa el primer lugar, seguido por Nuevo León, Jalisco y Estado de México. En quinto lugar se encuentran Chihuahua, Coahuila y Baja California. Los estados menos favorecidos son Guerrero, Campeche, Oaxaca, Nayarit, Tlaxcala y Chiapas.

Tabla 2. Ranking de CT por entidad federativa

	Base disponible					Esfuerzos realizados							Resultados		Pro-medio	Ranking
	Al	Es	Po	Ti	SN	Fi	Mo	Ba	Ed	I+D	In	Pr	Pa	Pu		
Aguascalientes	6	6	27	24	26	4	25	12	25	16			14	26	18	13
BC	11	7	10	19	8	11	10	3	5	10			16	5	10	5
BCSur	8	4	32	32	21	12	27	7	28	12			31	32	21	15
Campeche	23	19	12	30	30	29	28	24	22	32			32	29	26	20
Coahuila	7	5	13	8	17	6	11	15	13	6			8	16	10	5
Colima	13	9	31	31	24	10	32	6	30	29			24	21	22	16
Chiapas	31	32	8	14	20	32	12	33	32	28			27	19	24	18
Chihuahua	2	13	11	4	15	9	17	8	7	4			9	18	10	5
CdMx	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Durango	4	20	21	22	25	23	29	19	15	23			29	17	21	15
Guanajuato	21	27	7	9	7	15	6	22	9	9	5	4	8	7	11	6
Guerrero	30	30	26	25	32	26	18	31	19	30			28	30	27	21
Hidalgo	27	24	22	11	18	28	15	26	31	17			11	15	20	14
Jalisco	10	16	4	5	3	3	2	9	4	8	2	3	2	6	6	3
México	9	10	2	2	2	19	8	17	2	3	4	5	4	4	7	4
Michoacán	25	29	15	17	10	21	9	29	6	19			19	10	17	12
Morelos	21	17	16	23	4	5	19	10	27	18			12	2	15	10
Nayarit	18	21	29	28	31	17	30	14	26	25			30	31	25	19
NuevoLeón	3	2	5	7	5	2	4	1	10	2	3	2	3	8	4	2
Oaxaca	29	31	25	20	19	31	16	32	29	24			26	23	25	19
Puebla	22	26	3	6	6	13	5	28	8	5			6	3	11	6
Querétaro	19	11	19	12	11	8	22	18	20	7			7	11	14	9

QuintanaRoo	15	8	28	18	29	16	24	4	24	31			23	24	20	14
SanLuisPotosí	26	22	17	18	13	20	20	23	17	13			22	9	18	13
Sinaloa	16	12	20	16	16	14	13	11	12	22			17	27	16	11
Sonora	5	3	14	13	14	18	14	5	11	15			18	14	12	7
Tabasco	20	15	23	15	27	30	21	21	18	26			25	25	22	16
Tamaulipas	12	14	9	10	23	7	7	13	16	14			15	20	13	8
Tlaxcala	17	18	30	26	28	27	31	27	21	20			20	28	24	18
Veracruz	28	28	6	3	9	25	3	30	3	11			13	13	14	9
Yucatán	24	23	18	21	12	22	23	20	13	21			10	12	18	13
Zacatecas	14	25	24	27	22	24	26	25	22	27			21	22	23	17

\*(Al) Alfabetización, (Es) Nivel de escolaridad, (Po) Postgrado, (Ti) Titulados en ciencia e ingeniería, (Sn) SNI, (Fi), Líneas fijas, (Mo) Líneas móviles, (Ba) Banda ancha, (Ed) Gasto en educación, (I+D) Gasto en actividades de ciencia y tecnología e I+D, (In) Empresas con proyectos de innovación, (Pr) Empresas que realizaron innovaciones en productos, (Pa) Patentes, (Pu) Publicaciones científicas

El análisis de conglomerados permite identificar los siguientes 3 clusters:

- **Cluster 1:** Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Yucatán, Zacatecas
- **Cluster 2:** Baja California, Chihuahua, Edo. de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Veracruz
- **Cluster 3:** CDMX

El cluster 3 agrupa únicamente a la Ciudad de México, donde las medias más altas corresponden al índice de alfabetismo (Al), nivel de escolaridad (Es), número de líneas fijas (Fi), hogares con banda ancha (Ba), gasto en actividades de ciencia y tecnología y en I+D (ID), empresas con proyectos innovadores (In) y empresas con innovaciones en productos (Pr) y publicaciones (Pu). El cluster 2 obtuvo las mayores puntuaciones medias en el número de posgrados (Po), el índice de titulados en ciencia (Ti), número de profesores en el SIN (SN), líneas móviles (Mo) y patentes (Pa). Esto permite explicar que mientras mayor es el número de posgrados, el número de titulados en ciencia y profesores SNI, mayor es el número de patentes. Así como mientras mayor es el índice de alfabetismo y de escolaridad, mayor es el número de publicaciones y de innovaciones empresariales (Tabla 3). El cluster 1 tiene las medias más bajas.

Tabla 3. Puntuaciones medias de variables por clusters

		Base disponible					Esfuerzos realizados	
		Al	Es	Po	Ti	SN	Fi	Mo
1	Media	94	9,03	3951,09	2168,32	605,64	13,29	2107529,41
	Desv. típ.	3,577	0,76	1949,167	1878,522	1559,095	4,477	1580115,4
	Mínimo	85	7	1086	482	91	5	713104
	Máximo	98	10	7371	9258	7525	22	8124710
	% $\Sigma$ total	68.50%	68.30%	33.20%	52.70%	64.90%	59.50%	42.90%
2	Media	94.53	9,03	<b>12504,11</b>	<b>4287,56</b>	<b>768,22</b>	16,51	<b>4417841,89</b>
	Desv. típ.	3,903	0,755	7988,333	2270,575	258,317	7,028	1452779,55
	Mínimo	87	8	705	348	342	9	2959078
	Máximo	98	10	25661	8215	1203	31	7140259
	% $\Sigma$ total	28.2%	27.9%	43.0%	42.6%	33.7%	30.2%	36.80%
3	Media	<b>98.5</b>	<b>11,1</b>	62058	4227	299	<b>50,7</b>	21913243
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.	.
	Mínimo	99	11	62058	4227	299	51	21913243
	Máximo	99	11	62058	4227	299	51	21913243
	% $\Sigma$ total	3.3%	3.8%	23.7%	4.7%	1.5%	10.3%	20.30%
Total	Media	94.29	9,1	8172,47	2828,69	641,78	15,36	3376233,34
	N	32	32	32	32	32	32	32

Desv. típ.	3,64	0,82	11436,86	2170,578	1293,536	8,369	3844196,64
Mínimo	85	7	705	348	91	5	713104
Máximo	99	11	62058	9258	7525	51	21913243
% $\Sigma$ total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

		Esfuerzos realizados					Resultados	
		In	Ed	ID	In	Pr	Pa	Pu
1	Media	31.87	2195477,41	151523,45	0,364	0,44	79,36	3203,59
	Desv. típ.	9,82	1618118,84	251996,682	1,7056	2,068	181,568	3503,438
	Mínimo	9	326142	0	0	0	3	401
	Máximo	47	5481093	887407	8	10	860	15359
	% $\Sigma$ total	65.4%	30.9%	13.8%	13.5%	14.9%	47.6%	44.5%
2	Media	35.39	<b>8836184,33</b>	<b>916442,67</b>	3,056	3,54	203,56	6395,78
	Desv. típ.	12,802	2799014,97	809521,359	4,6592	5,34	202,915	3386,889
	Mínimo	21	6252352	84244	0	0	37	976
	Máximo	55	14130733	2449236	11,1	12	546	11477
	% $\Sigma$ total	29.7%	50.9%	34.2%	46.5%	48.9%	49.9%	36.3%
3	Media	<b>53.02</b>	28262466	12540317	<b>23,6</b>	<b>23,6</b>	<b>93</b>	<b>30423</b>
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.	.
	Mínimo	53	28262466	12540317	23,6	24	93	30423
	Máximo	53	28262466	12540317	23,6	24	93	30423
	% $\Sigma$ total	4.9%	18.1%	52.0%	39.9%	36.2%	2.5%	19.2%
Total	Media	33.52	4877769,62	753806,78	1,847	2,04	114,72	4952
	Desv. típ.	11,083	5575895,76	2226790,1	4,9822	5,265	190,136	5914,194
	Mínimo	9	326142	0	0	0	3	401
	Máximo	55	28262466	12540317	23,6	24	860	30423
	% $\Sigma$ total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

\*(Al) Alfabetización, (Es) Nivel de escolaridad, (Po) Postgrado, (Ti) Titulados en ciencia e ingeniería, (Sn) SNI, (Fi), Líneas fijas, (Mo) Líneas móviles, (Ba) Banda ancha, (Ed) Gasto en educación, (I+D) Gasto en actividades de ciencia y tecnología e I+D, (In) Empresas con proyectos de innovación, (Pr) Empresas que realizaron innovaciones en productos, (Pa) Patentes, (Pu) Publicaciones científicas

### Conclusiones

El análisis de conglomerados permite identificar 3 *clusters*, el primero agrupa a 13 entidades federativas, el segundo a 10 y el tercero incluye únicamente a la Ciudad de México. Los resultados muestran una distribución inequitativa de CT en el país, observándose una concentración de oportunidades en la Ciudad de México, seguida por los estados incluidos en el *cluster* 2. El análisis permite comprender la importancia que tiene la educación en las innovaciones empresariales, así como la formación a nivel posgrado, la consecuente titulación de alumnos y el número de profesores investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores tienen consecuencia en el número de patentes.

La relación con el entorno es una condición clave en el desarrollo de CT. Una de las principales limitantes que tiene el país para ser generador de CT es precisamente la falta de condiciones del entorno para su generación, desarrollo y acumulación. En nuestro país el bajo desarrollo tecnológico puede ser explicado por las condiciones que ofrece el entorno, debido a los bajos niveles en educación y de apoyo a la investigación y desarrollo, coincidiendo con los resultados del Índice de Competitividad en Tecnología de la Información (2011).

La presente investigación tiene diversas implicaciones. A nivel macroeconómico es menester el incremento del presupuesto en educación e investigación para la creación de tecnología a través de políticas de fomento en todas las entidades federativas, incrementando el número de posgrados de calidad y el presupuesto en organismos que apoyen la generación de ciencia y tecnología, tales como el CONACYT, para incluir a un mayor número de profesores en el SNI.

En cuanto a las limitaciones del estudio está la falta de información específica en temas relacionados con CT, ya que no en todas las entidades del país se encontró información. Así mismo, tampoco fue posible encontrar información que correspondiera al mismo año, lo que pudiera representar un sesgo en la información. Se observa una

relación secuencial en la base disponible, los esfuerzos realizados y los resultados obtenidos. El estudio abre la puerta a futuras investigaciones que permitan ampliar el número de variables analizadas para obtener mayor consistencia en los resultados.

### Referencias

- Álvarez, I., B.B. Fischer y J.M. Natera. "Internationalization and technology in MERCOSUR," CEPAL, Vol. 109, 41-56, 2013.
- Archibugi, D. y A. Coco. "A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ARCO)," CEIS Tor Vergata Research Paper Studies, Vol. 44, 1-44, 2004.
- ANUIES. "Anuario estadístico de educación superior 2014-2015," 2016, consultada por internet el 5 de junio de 2016. Dirección de internet: [www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior](http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior)
- Bell, M. y K. Pavitt. The development of technological capabilities. En I.U. (ed), "Trade, technology and international competitiveness," (69-100). Washington: Economic Development Institute of the World Bank, 1995.
- Blázquez de la Hera, L. y M. García Ochoa. "Clusters de innovación tecnológica en Latinoamérica," Globalización, Competitividad y Gobernabilidad, Vol. 3, No. 3, 16-33, 2009.
- Borondo, C. "La innovación en la literatura reciente del crecimiento endógeno," Principios, Vol. 12, 11-42, 2008.
- CONACYT. "Sistema Nacional de Investigadores por área de la ciencia y entidad federativa," 2015. Consultada el 28 de marzo de 2016. Dirección de internet: [http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/mexico-con-educacion-de-calidad-estadisticas-por-entidad-federativa/resource/c4e64fce-9349-4b2d-9fe7-50df94814912?inner\\_span=True](http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/mexico-con-educacion-de-calidad-estadisticas-por-entidad-federativa/resource/c4e64fce-9349-4b2d-9fe7-50df94814912?inner_span=True)
- Dutrénit, G. y A. Vera-Cruz. "Rompiendo paradigmas: Acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila de exportación," Revista Innovaciones y Competitividad, Vol. 2, No. 6, 11-15, 2002
- IEESA. "Evolución del gasto en educación en México," 2012, consultada por internet el 20 de abril de 2016. Dirección de internet [http://optisnte.mx/wp-content/uploads/2014/04/Evolucion\\_del\\_gasto\\_en\\_educacion\\_en\\_Mexico.pdf](http://optisnte.mx/wp-content/uploads/2014/04/Evolucion_del_gasto_en_educacion_en_Mexico.pdf)
- IMPI. "Informe anual", 2015, consultada por internet el 13 de marzo de 2016. Dirección de internet: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/106492/IA2015.pdf>
- INEGI-CONACYT. "Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología (ESIDET-MBN)," 2012, consultada por internet el 20 de junio de 2016. Dirección de internet: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/otras/esidet\\_mbn/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/otras/esidet_mbn/default.aspx)
- INEGI. "Módulo sobre Disponibilidad y uso de tecnología de información en los hogares 2011-2014," 2015a, consultada por internet el 21 de junio de 2016. Dirección de internet <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/internet0.pdf>
- INEGI. "Cuéntame de INEGI," 2015b, consultada por internet el 21 de mayo de 2016. Dirección de internet: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>
- Lall, S. "Technological capabilities and industrialization," World Development, Vol. 20, No. 2, 165-186, 1992.
- Lugones, G.E., P.Gutti y N. Le Clech. "Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina. CEPAL," Serie Estudios y Perspectivas, Vol. 89, 1-68, 2007.
- Lundvall, B.A. "National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning," London: Pinter Publishers, 1992.
- Molina, M.A. "Drivers of technological capabilities in developing countries: An econometric analysis of Argentina, Brazil and Chile. Structural Change and Economic Dynamics," Vol. 23, No.4, 504-515, 2012.
- SEDESOL. "Indicadores de desarrollo social. Publicación quincenal de la Subsecretaría de Prospectiva, Planeación y Evaluación," Vol. 2, No. 62, 1-3, 2013.
- Torres, A. "Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas," Journal of Technology Management & Innovation, Vol. 1, No. 5, 12-24, 2006.
- The Economist Intelligence Unit. "A new ranking of the world's most innovative countries," 2011, consultada por internet el 21 de mayo de 2016. Dirección de internet [http://graphics.eiu.com/PDF/Cisco\\_Innovation\\_Complete.pdf](http://graphics.eiu.com/PDF/Cisco_Innovation_Complete.pdf)

# Sistema de comercialización. caso de estudio "Empresa Dima Eléctrica S.A. de C.V." en La Paz, B.C.S.

Lic. Evangelina Mendoza Osuna<sup>1</sup>, C. Silvia Janette Velázquez García<sup>2</sup>,  
Lic. Nallely Villanueva Murillo<sup>3</sup>

**Resumen**—A pesar de que el mercadeo a través de la historia, ha estado íntimamente ligado con procesos y cambios de orden económico, vivimos en una sociedad que esta basada en el intercambio, aunque existen diversos factores que determinan si es positivo o generador en dificultades y debido a la internacionalización de la economías, PROMEXICO (2014 dice que “Hoy en día se puede habla de que México se encuentra inmerso en una economía comercial”. Para DIMA ELECTRIC, representa un reto comercializar sus productos y realizar acciones encaminada a las ventas y atención a los clientes.

**Palabras clave**— Comercialización, ventas, clientes, competencia.

## Introducción

La comercialización es la columna vertebral de cualquier organización, ya que a través de esta actividad se logran sus objetivos fundamentales: Dar a conocer sus productos o servicios, venderlos, obtener ingresos, lograr utilidades, pagar sus costos, reinvertir recursos, dinamizar el ciclo financiero y por ende alcanzar la sustentabilidad. Además de que se conforma la imagen, se obtiene información de los clientes, del mercado, del ciclo productivo, de las estrategias productivas y se tienen bases para tomar decisiones empresariales. Otro aspecto importante es que constituye la función más crítica de la organización, pues estanca o dinamiza el ciclo financiero de la empresa, reciclando y redistribuyendo los recursos financieros a todos los agentes económicos participantes: proveedores, socios, empleados, y su importancia en la economía global, regional o local es inmensa. Hablar de la estrategia de comercialización es sumamente compleja y más en los tiempos actuales, pues involucra muchas variables: producto, precio, promoción, sistema comercial, sistema de distribución, una creciente competencia, así como consumidores cada día más exigentes, informados, analíticos y recientemente el interés prácticamente universal de ser considerados socialmente responsables, todo esto en un cambiante contexto económico, social y político, con alto nivel de incertidumbre. Y por si no fuese suficiente, en nuestros tiempos hay que incluir otra variable, que es la logística de seguridad en los procesos de distribución y comercialización. No obstante, sino se otorga toda esta importancia a la estrategia de comercialización, muchas empresas y organizaciones lo consideran solo equivalente a un proceso de oferta de productos y no a una función meramente estratégica. Para una organización vender, etapa final del proceso de comercialización, es un asunto de vida o de muerte, está en las manos de los directivos esta decisión y nunca es tarde para reconsiderar y revalorar su importancia económica y social. Aunque el entorno relevante de la empresa es muy amplio y abarca tanto fuerzas sociales como económicas, el aspecto clave es el sector o sectores industriales en los cuales compite. La estructura de un sector industrial tiene una fuerte influencia al determinar las reglas del juego competitivas así como las posibilidades estratégicas potencialmente disponibles para la empresa.

<sup>1</sup> La Lic. Evangelina Mendoza Osuna. Licenciada en administración de empresas. Catedrático del Instituto Tecnológico de La Paz en la carrera de la Licenciatura en Administración, [evangely2011@gmail.com](mailto:evangely2011@gmail.com)

<sup>2</sup> C. Silvia Janette Velázquez García Pasante de la carrera de Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de La Paz, Baja California Sur. Encargada de Garantía de la empresa Elektra [Janetita\\_333@hotmail.com](mailto:Janetita_333@hotmail.com)

<sup>3</sup> Lic. Nallely Villanueva Murillo. Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de La Paz, supervisor de ventas loreal paris. [nvillarreal1597@gmail.com](mailto:nvillarreal1597@gmail.com)



### Descripción del método.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la metodología del modelo de comercialización de autoría propia basado en los autores Philip Kotler, Manuel Guerrero García y Ing. Sergio Barria, ésta mide el proceso mediante el cual las empresas crean valor agregado para sus clientes (Kotler, 2012), es decir lo que el cliente espera de la organización que presta el servicio, con la cual se podrá identificar las condiciones internas y externas de la organización, los objetivos estratégicos, las estrategias comerciales, el desarrollo de un plan de acción y por último el seguimiento y control. Lo cual brindará un panorama general de la situación actual de la empresa, así como también contar con un análisis más profundo de la percepción de los clientes hacia el sistema de comercialización que tiene la empresa. Por ello, está adaptado a las características de su mercado meta y al de los productos o servicios que comercializa. En la ilustración 1 se muestra el proceso de comercialización antes mencionado. Se adecuo acorde a la medida de la organización y se le denominó Sistema de comercialización Vi-Ve que son las siglas de dos de los investigadores de este proyecto de investigación.



Ilustración 1: Proceso de comercialización Vi-Ve

Para integrar la primera etapa que fue el análisis interno y externo de la situación actual de la empresa se evaluaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que propone **escudero serrano** el cual se realizó con investigación de campo y con entrevistas semiestructuradas a los directivos de la empresa Dima Electrica, obteniendo como resultado la matriz FODA que se muestra en la ilustración 2. La segunda etapa que es el establecimiento de objetivos, en ésta se utilizó el método SMART que propone **(Kotler, 2012)**, el cual especifica que los objetivos deber ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y establecidos en un marco de tiempo y con una fecha límite, en los se establecieron cuatro objetivos, diseñados en coordinación con los directivos y que se encuentran definidos en la ilustración 3, mismos que se encuentran en proceso de iniciación en el plan de trabajo que implica la implementación de los mismos. Seguido del proceso se abordó la tercera etapa que es el planteamiento y selección de estrategias comerciales (Kotler, 2012) el cuál consistió en crear las estrategias y su objetivos que le da el toque de ventaja competitiva, como se muestra en la ilustración 4; Después se llevó a cabo la etapa de desarrollo de un plan de acción tomado de (Kroeger, 1989), éste plan de acción se define como una presentación resumida de tareas que deben de realizarse por ciertas personas, en un plazo de tiempo específico, utilizando recursos asignados, con el fin de lograr un objetivo dado. Aquí se diseñaron estrategias en coordinación con lo directivos como se muestran en la ilustración 5.

El objeto de investigación reside en el Estado de Baja California Sur, México por lo cual se considera como el universo a estudiar. Dirigidos a la empresa de DIMA ELECTRICA, S.A. de C.V., ubicada en el municipio de La Paz. Según lo anterior se cuenta con un total de 5 empleados se utilizó a toda la población de trabajadores. Para la prueba piloto fue utilizado el 30% de la muestra que resulto en 2 empleados para verificar el cuestionario y corroborar la comprensión de las preguntas abiertas. Seguido de esto se calculó la muestra para la encuesta realizada a los clientes, en el cual se utilizó el muestreo estratificado sistemático que permite agrupar a los elementos que componen la muestra en estratos diferenciados y permite eliminar sesgos. Para esto se tiene una población de 4900 clientes que por lo menos han comprado en algún momento nuestros productos Seguido de esto se toman la población total de acuerdo al historial que al menos han comprado una vez nuestros productos, utilizándose la fórmula que establece (Carlos, 2013), como se muestran en la tabla 1.

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

No. de	Población	Muestra
Total	4900	160

*Tabla 1 Clientes que han consumido al menos una vez*

Para la prueba piloto de los cliente fue utilizado el 20% de la muestra que resulto en 24 clientes para validar el instrumento que es el cuestionario. Estos se seleccionaron de manera aleatoria en el momento que realizaban una compra, se le explico la intención, objetivo y las instrucciones de la encuesta, de los cuales solo 17 decidieron contestar de manera electrónica y el resto prefirieron hacerlo de manera escrita. Del cual fue entendido de manera clara por los encuestados sin ninguna observación.

*Instrumento:*

El cuestionario consta de 17 preguntas representativas, distribuidas de acuerdo a la importancia sobre la percepción del cliente y del colaborador con respecto a aspectos que a la empresa le interesa saber para establecer las mejores estrategias de comercialización; hay empresas que debido a la naturaleza del servicio que ofrecen, consideran de mayor importancia ciertos factores. En el caso de la empresa DIMA ELECTRIC, que ofrece servicios de venta de productos de material eléctrico para minoristas y mayoristas que va desde la venta de un tornillo hasta centros de carga y otros artículos, es de suma importancia tener a un personal bien informado y capacitado sobre todo tipo de promociones al día se considera oportuno darle más peso a dos dimensiones: *conocer el tipo de cliente y los servicios que solicita*. Se decidió utilizar un cuestionario de opciones multiples, ya que simplifica el llenado del cuestionario y facilita la interpretación de la información que arroja la encuesta. Se decidió utilizar opciones multiples debido a que la diferencia de las preguntas dicotómicas con respuesta sí/no, y en este caso nos permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado con cualquier afirmación que le proponemos.

La escala permite ver en qué nivel de satisfacción se encuentra el cliente en cada área, permitiendo establecer el porcentaje de satisfacción en cada una. El tratamiento de las respuestas se muestra en la tabla 2 y 3.

Tabla 2 Adaptación del cuestionario para clientes. Modelo VI-VE

ENCUESTAS APLICADA A LOS CLIENTES		
DIMENCIÓN	¿QUÉ DETERMINAMOS?	ITEM A EVALUAR
Ocupación de los CLIENTES	El tipo de cliente que es el mercado meta de la empresa.	a) Arquitecto. b).- Electricista. c).- Empleado. d).- Ingeniero. e) plomero.
Medio de publicidad	Identificar los medio de publicidad al que recurren.	a). Internet. b)medios impresos. c) Recomendación. d) en un sorteo de construcción.
Tipo de preferencia	Conocer el motivo o tipo de preferencia en la adquisición de productos	a) Por su variedad y calidad en los productos. b) Por los precios. c) Por los servicios y atención al cliente. d) Por la disponibilidad de entrega a domicilio. e) Por el servicio de pedidos especiales a fabrica. f) Por su ubicación.
Frecuencia de consumo	Conocer el tiempo con que se abastece de materiales	a) Una vez la semana b) Una vez al mes c) Una vez al año
Posición de la empresa frente a los competidores	Conocer las empresas a las que acuden cuando no encuentran materiales en Dima	a) Dima Eléctrica b) Idicom c) Enercom d) El arco e) Otros
Ventajas que ofrece la competencia	Identificar por que razones compran en otras empresas	a) Precio b) Calidad c) Distribución d) Garantía e) Variedad

Tabla 3 Adaptación del cuestionario de los colaboradores. Modelo VI-VE

ENCUESTAS APLICADA A LOS COLABORADORES		
DIMENCIÓN	¿QUÉ DETERMINAMOS?	ITEM A EVALUAR
<i>Tipos de CLIENTES</i>	El tipo de cliente que atiende la empresa	a) Clientes racional. b).- Cliente reservado. C.- Cliente indeciso. d).- Cliente dominante. e) Cliente hablador. f) Cliente impaciente
<i>Frecuencia de consumo</i>	Conocer el tiempo con que se abastece de materiales	a) Una vez la semana b) Una vez al mes c) Una vez al año
<i>Tipo de preferencia</i>	Conocer el motivo o tipo de preferencia en la adquisición de productos	a) Por su variedad y calidad en los productos. b) Por los precios. c) Por los servicios y atención al cliente. d) Por la disponibilidad de entrega a domicilio. e) Por el servicio de pedidos especiales a fabrica. f) Por su ubicación.
<i>Monto de consumo</i>	Identificar el monto del consumo que realizan los clientes	a). Menos de \$1,000.00 b)entre \$1,000.00 y \$5000.00 c) Más de \$5,000.00
<i>Tipos de clientes</i>	Identificar los clientes que más compran en la empresa	a) Constructoras b) Arquitectos C) Ingenieros d)Electricistas e). Otros
<i>Productos más demandados</i>	Conocer los productos que más solicitan los clientes	a) Breacks b) Centros de carga c) Cables d) Otros
<i>Línea de producto mas solicitadas</i>	Conocer la línea de producto preferida por el cliente	a) Square D b) Schneider Electric c) Telemecanique d) Murray e) Condumex f) Viakon g) Cooper h) Lighting
<i>Servicios solicitados por parte del cliente</i>	Qué tipo de servicios solicitan los clientes	a) Asesoramiento de instalación b) Instalación de material c) Promociones d) Descuentos e) Ninguna
<i>Puntualidad de los proveedores</i>	Qué proveedores son más puntuales en sus entregas	a) Square D b) Schneider Electric c) Telemecanique d) Murray e) Condumex f) Viakon g) Cooper h) Lighting
<i>Condiciones de pago y crédito</i>	Que proveedores ofrecen mejores condiciones de pago y crédito	a) Schneider Electric b) Condumex c) Viakon d) Cooper e) Belden
<i>Tiempo de entrega</i>	Conocer que proveedor tiene mejor tiempo de entrega	a) Schneider Electric b) Telemecanique c) Appleton d) Viakon e) Condumex f) Cooper

### Resultados

Los hallazgos encontrados a través de la encuesta aplicada a los clientes fueron:

Con base en la encuesta aplicada a los clientes se encontró la siguiente información: a) que el 24% de los consumidores son empleado generales, y por la naturaleza del negocio el 76% los tipos de clientes en proporción equitativa al porcentaje se encuentran, electricistas, ingenieros, arquitectos y plomeros., esto permite conocer el tipo

de mercado al que se dirigirá la empresa a través de estrategias comerciales y alternativas de promoción dirigido a su mercado meta.

Los medio de publicidad al que recurren o más utilizan los clientes son: el 41% son por recomendación, el resto son 22% por internet, mientras que el 22% por medio impresos y por último el 15% utilizan información en el momento en que aparece una convocatoria. Lo cual significa que Dima eléctrica su medio de publicidad ha sido de boca en boca o por recomendaciones, lo que permite visualizar un área de oportunidad para manejar otro tipo de publicidad que mejore su medio a través de otro instrumento mercadológico.

Dentro del aspecto de porque el cliente prefiere DIMA eléctrica: es principalmente por su variedad y calidad en los productos con un 23%, seguido va en un 18% por los precios y en un 17% por el servicio y la atención que le brinda el personal a los clientes. Lo que representa en conjunto los elementos anteriores en un 58% de aspectos favorables para la empresa, sin embargo existen áreas de oportunidad, en el aspecto de entregas a domicilio, servicio de pedido.

Por lo que respecta al tiempo de frecuencia de consumo se encontró que: de manera proporcional los clientes se abastecen una vez a la semana con un 33%, con una vez al mes con 33% y por último con una vez al año con un 34%. Por lo que existe un área de mejora para que los clientes puedan consumir más de una vez.

Referente a la competencia se pudo apreciar que 32% consideran a otras plomerías sin que hayan especificado alguna, seguido con un 18% Idicom, después con un 17 en ambos casos fue Dima y Enercom y el arco con un 16%, los que representa un gran peligro puesto que existe una competencia fuerte alrededor de Dima Eléctrica. Las razones por las que prefieren a estos negocios es por en un 25% son las siguientes razones, en precio, en calidad, y variedad lo que representa el 75%; en un 16% es por la distribución y en un 9% es en la garantía.

*Los hallazgos encontrados a través de la encuesta aplicada a los colaboradores fueron:*

El tipo de cliente que tiene dima se encuentran el reservado con un 20%, y con un 33% el cliente hablador, mientras que se encuentra el cliente reservado con un 20% al igual que el cliente impaciente con un 20%, seguido el cliente racional con un 13% y el cliente dominante e indeciso con un 7% cada uno, lo cual significa que sería conveniente la forma de abordar y el tipo de atención que requieren cada tipo de cliente para vender más.

Dentro del monto de compra que realizan los clientes se encontró que: el 60% compra de \$1,000.00 a \$5,000.00, lo que permite aprovechar la opción de poder implementar alguna estrategia de promoción para el resto de los clientes que representa el 40%. Dentro de los cuales lo que más compran son las constructoras y los electricistas en un 40% cada uno y los arquitectos en un 20% lo que permite identificar el sector de clientes y poder seleccionar estrategias comerciales propicias para buenas negociaciones de ventas. Por otro lado se aprecia que lo que más consumen los clientes son los centros de carga en un 60%, los Breacks y cables en un 20% cada uno, que permite cuidar de manera preventiva el inventario suficiente para la venta de estos productos. Además se pudo observar las marcas que más prefieren son el Square D, Schneider Electric en un 40% cada uno y el condumex en un 20%. Por lo que respecta a los tipos de servicios solicitados por los clientes se tiene que piden asesoramiento de instalación y descuentos en un 40% cada uno y en un 20% no solicitan nada. Lo que permitiría trabajar en estrategias de comercialización por el tipo de requerimiento de los clientes.

Con respecto a los proveedores los colaboradores manifiestan los siguiente: que el proveedor más cumplido en su tiempo de entrega es Scheneider Electric con un 100%; los que ofrecen mejores condiciones de pago y crédito son Condumex y Cooper Lighting en un 50% cada uno. Los que mejores tiempo de entrega son Schneider Electric y Viakon en un 50% cada uno;

Ilustración 2 Matriz Foda

<p style="text-align: center;">Factores Internos</p> <p style="text-align: center;">Factores Externos</p>	<p>Fortalezas (F)</p> <p>F1 Variedad de material eléctrico                  F2 Personal de ventas con conocimientos, experiencia, disposición y empatía                  F3 Buena ubicación                  F4 Local e instalaciones adecuadas (estacionamiento propio)                  F5 Precios competitivos en mayoreo                  F6 Stock en almacén (entrega inmediata)                  F7 Servicio a domicilio o envíos a otros lugares                  F8 Buen ambiente laboral                  F9 Cartera de clientes sólida.</p>	<p>Debilidades (D)</p> <p>D1 Falta de publicidad de la empresa, productos y servicios.                  D2 Tiempo de espera mayor por cotizaciones especiales (pedido a fábrica)                  D3 Mala distribución de material entre sucursales de la zona sur                  D4 Poca inversión de producto sin existencia                  D5 Pérdida de clientes por falta de seguimiento para concretar venta                  D6 Administración foránea.                  D7 Precios elevados a la competencia.                  D8 Poca comunicación entre sucursales.</p>
<p>Oportunidades (O)</p> <p>O1 Mayor línea de marcas de material                  O2 Manejo de material especial para obras de infraestructura más complejas                  O3 Concretar nuevos clientes, encargados de obra o empresas de la zona                  O4 Pedidos especiales directos a fábrica                  O5 Crecimiento demográfico del Estado                  O6 Proyectos de infraestructura del sector Gobierno</p>	<p>Estrategias Maxi-Maxi (FO)</p> <p>F2-O3 Atraer nuevos clientes en los pueblos y municipios aledaños, con el fin de incrementar las ventas.                  F1-O1 Integrar nuevas marcas de mayor demanda (segundas y terceras marcas)                  F5-O6 Participar en sorteos del sector público como proveedor del proyecto a realizar.                  F7-O4 Dar a conocer el servicio de pedidos a fábrica y envío a domicilio                  F6-O2 Informar al consumidor de las existencias de material para su venta</p>	<p>Estrategias Mini-Maxi (DO)</p> <p>D1-O3 Utilizar publicidad para dar a conocer la empresa, servicios, productos y beneficios de realizar la compra.                  D3-O1 Control de inventarios (faltantes y resurtibles) evitar pedidos entre sucursales y reducir tiempo de entrega al cliente.                  D2-O2 Informar al cliente (medios electrónicos) de los tiempos de entrega, que puedan solicitar con tiempo el material                  D6-O5 Analizar las posibilidades y necesidad de contar con una administración independiente para zona sur.</p>



Amenazas (A)	Estrategias Maxi-Mini (FA)	Estrategias Mini-Mini (DA)
A1 Entrada de nuevos competidores A2 Escasas obras de infraestructura de la iniciativa privada y pública A3 Legislaciones oficiales que afectan al sector A4 Alta competencia directa e indirecta en la zona A5 Avances tecnológicos A6 Tipo de cambio variable (dólar)	F2-A3,5 Actualizar los programas de capacitación sobre las innovaciones de producto y las legislaciones. F5-A6 Mantener mejores precios a la competencia F9-A2 ser primera opción para suministrar a las pocas obras existentes F1,2-A1,4 ser identificados por el consumidor por calidad, precio y servicio	D1-A4 Realizar visitas a diferentes empresas para informar acerca de los servicios. D1-A2 Dar seguimiento a clientes con obras grandes, cotizaciones y tiempos de entrega mejor a la competencia. D8-A1 Establecer comunicación entre gerencia general, sucursales, departamento de compras y envíos de material para garantizar el resurtido, resolución de problemas y agilizar el servicio al cliente.

Ilustración 3 Estrategias

Estrategia	Objetivo
Estrategia para impulsar la empresa	Es maximizar las ventas, a través de atraer nuevos clientes, extender el conocimiento del producto y el posicionamiento de la marca.
Estrategia enfocada a los clientes	Asignar una persona especializada en ventas, que brinde atención personalizada a los clientes potenciales.
Estrategia para precios de productos	Utilizar diversas tácticas mercadológicas que permitan la asignación de los precios en comparación con la competencia.
Estrategia enfocada a los proveedores	Distribuir y garantizar en tiempo y forma materiales que requieren las sucursales de la zona norte y sur, acorde a sus inventarios y solicitudes de requisición.

Ilustración 4 Plan de acción

Departamento de comercialización.					
Estrategias	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con qué?	¿Cuándo?	¿Quién?
	Programas	Acciones inmediatas	Recursos necesarios	Plazo (Fecha de inicio y finalización)	Responsable
Para impulsar la empresa	Desarrollo de programas de promoción	Realizar visitas a clientes aledaños, clientes que ya no asisten con regularidad, y aquellos que tienen necesidades de material eléctrico, con la intención de brindar información de los productos, de los servicios y la ubicación de las instalaciones, para generar confianza en el cliente.	Humanos Financieros Tecnológicos Materiales	Del 15 de Agosto al 15 de Septiembre	Jefe de sucursal

Para mejorar el servicio	Capacitación sobre atención al cliente	Asignando a una persona encargada de la fuerza de ventas, es decir, deslindar responsabilidades entre el personal de ventas por sucursal con el objetivo de dar atención y seguimiento a los clientes, concretar a venta, brindar información detallada y precisa de los paquetes y pedidos a fábrica, dar atención por medio telefónico y correo electrónico.	Humanos Tecnológicos Materiales	Del 15 al 30 de Agosto de 2016.	Jefe de sucursal
De precios a productos	Desarrollo de programas de fijación de precios.	Descramado de precios, Precios de penetración, Equipararse con los precios de la competencia, Estrategias de precios para línea de productos Fijación	Humanos Financieros Materiales Tecnológicos	Del 20 de agosto al 20 de septiembre de 2016	Jefe de Sucursal
De distribución de productos	Manejo de Software	Resurtido del producto faltante Existencias de todos los productos por lo menos por cada zona Accesibilidad de encargados de almacén	Humanos Tecnológicos	Del 20 de Septiembre al 15 de octubre de 2016	Jefe de sucursal

Fuente: elaboración propia, basado en datos proporcionados por la empresa

Ilustración 5 Formato de Seguimiento

Control y seguimiento de avances.					
Fecha de elaboración:					
Área:			Responsable:		
Estrategia	Fecha de inicio planteada	Fecha de inicio real	Fecha de término planteada	Fecha de término real	Avances y/o resultados obtenidos

*Recomendaciones*

Dado que el proceso de comercialización es el conjunto de las acciones encaminada comercializar productos, bienes o servicios. Estas acciones o actividades son realizadas por organizaciones, empresas e incluso grupos sociales. Se da en dos planos en Macrocomercialización y Microcomercialización. La empresa Dima tiene un perfil propio que está adaptado a las características de su mercado meta y al de los productos o servicios que comercializa, el que las metas de venta se estén cumpliendo no significa necesariamente que el servicio al cliente sea el que la empresa espera y esto puede repercutir a futuro con clientes insatisfechos y sin ganas de regresar. Al establecerse un sistema de comercialización permitirá que los directivos den seguimiento a las acciones que implica la comercialización. Por lo que el establecimientos de estrategias y tácticas de comercio impulsara al personal de ventas a familiarizarse con los clientes e incitarlos a la compra de productos e incrementarlas.

Se recomienda que con base en la información presentada como resultado de la investigación y dado las características de la empresa, se designe un solo responsable para llevar a cabo la supervisión del programa de acción establecido para que no exista discrepancia en la forma de aplicación e interpretación por parte de los colaboradores.

#### **Comentarios Finales.**

Si los colaboradores se ponen la camiseta y conocen a los clientes, y utilizan otras tácticas de ventas, los resultados pueden ser mucho mayores al cuidar la imagen de DIMA ELECTRIC, S.A. DE C.V. que son los representantes y que dan la cara a los clientes.

#### **Referencias**

Carlos, O. (11 de 2013). <http://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito/>. Obtenido de <http://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito/>

Kotler, K. (2012). Dirección de Marketing. México: Pearson Educación.

Kroeger, A. ( 1989 ). <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20de%20acci%C3%B3n.pdf>. Obtenido de Atención primaria en salud OPS:  
<https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20de%20acci%C3%B3n.pdf>

## Análisis y determinación de las características geométricas y algebraicas de una función parabólica, excluyendo la tabulación

Dra. Saydah Margarita Mendoza Reyes<sup>1</sup>, Dra. Dalia Imelda Castillo Márquez<sup>2</sup>, M.D.O. y H. María Teresa Casillas Alcalá<sup>3</sup>, Lic. Santiago Dennis Mendoza Reyes<sup>4</sup>

**Resumen**— Los polinomios son parte importante en el estudio de la matemática y la estimación de sus raíces a través del cálculo de métodos algebraicos proporciona significado visual y algebraico, así como, el sentido e interpretación gráfico de problemas sociales de ser interpretados matemáticamente. En el aula, los polinomios se pueden representar a través de una función algebraica, tabulación, graficación, factorización, trinomio cuadrado perfecto; éste último con grandes inquietudes y expectativas de los estudiantes. La investigación tiene como propósito conjuntar todos estos temas que caracterizan a un polinomio y que los estudiantes del Área de Ciencias Básicas e Ingenierías de la Universidad Autónoma de Nayarit, logren analizar y determinar las características geométricas y algebraicas de una función parabólica, sin hacer uso de la tabulación. Se espera que después de la investigación, el estudiante conciba un aprendizaje significativo y sentido matemático en aquellos temas que son parte fundamental de una función cuadrática.

**Palabras clave**—Características de una función cuadrática, trinomio cuadrado perfecto, raíces de un polinomio.

### INTRODUCCIÓN

La manera en que se observa el modo de enseñar y aprender matemáticas en las aulas, de al menos en los Niveles Medio Superior y Superior, ha sido poco constructivista y poco empleo de estrategias que coadyuven al aprendizaje integral del estudiante. Es lógico que el objetivo del profesor sea cumplir con los temas del programa del curso en proporción al tiempo del semestre, así como también se conoce que implementar estrategias didácticas en las aulas es dedicar tiempo tanto en el diseño de la estrategia como en la aplicación de ésta en el aula. Quien ama la profesión de ser docente, siempre estará dispuesto a capacitarse y/o a actualizarse para generar un cambio en la educación, sumando la capacidad fundamental del saber comunicar entusiasmo por el deseo de saber, implicando a los alumnos en actividades de investigación o proyectos de conocimiento (Perrenoud, 2004). No basta con tener un título de grado, el gusto por aprender y analizar lo que se aprende puede generar cambios extraordinarios en cuestiones profesionales y personales, pues saber y aprender temas matemáticas no será igual que analizar, argumentar e implementar temas matemáticos para darle sentido y significado a ejercicios y problemas que contribuyan al desarrollo cognitivo del estudiante como resultado de un aprendizaje permanente.

Existen tópicos matemáticos que han generado en el estudiante preguntas constantes como *¿para qué me va a servir? ¿en dónde lo voy a utilizar?* y muchas otras cuestiones que redundan en cada uno de ellos. Lo que no logran visualizar es que, aprender matemáticas es entender la ciencia como tal y no solo estar buscando en qué momento aplicará lo que el estudiante aprende en el aula.

Quienes gustan por las matemáticas, se lamentan que sea una de las áreas del conocimiento de mayor complejidad de aprendizaje, mayor rechazo por los estudiantes así como la generación de sentir miedo y rechazo sin antes conocer todo lo que la matemática ofrece para la vida profesional y personal del individuo. No es de admirarse que en Nivel Superior la forma de enseñar del profesor recae mayormente en lo tradicional. Se abordan temas tal y como se indica en el programa del curso y poco se reúnen aquellos contenidos que pudieran permanecer significativamente en el aprendizaje del estudiante.

Como caso particular, el tema prioridad de esta investigación es la función cuadrática. En su mayoría se enseña a representar la función gráficamente por medio de la tabulación, localización de puntos en el plano coordenado y finalizar en la unión de los puntos para visualizar la gráfica. Anterior a esto el estudiante ha aprendido el tema de factorización, ha aprendido a usar la fórmula general para encontrar las soluciones de una función de

<sup>1</sup> Dra. Saydah Margarita Mendoza Reyes. Profesora del Programa Académico de la Licenciatura en Matemáticas en la Universidad Autónoma de Nayarit, México. [saymar28@hotmail.com](mailto:saymar28@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dra. Dalia Imelda Castillo Márquez. Profesora del Programa Académico de la Licenciatura en Matemáticas en la Universidad Autónoma de Nayarit, México. [daliaime\\_castillo@hotmail.com](mailto:daliaime_castillo@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.D.O. y H. María Teresa Casillas Alcalá. Profesora del Programa Académico de la Licenciatura en Matemáticas en la Universidad Autónoma de Nayarit, México. [terecasillas07@gmail.com](mailto:terecasillas07@gmail.com)

<sup>4</sup> Lic. Santiago Dennis Mendoza Reyes. Profesor de la Escuela Preparatoria No. 1 “Julián Gascón Mercado” en la Universidad Autónoma de Nayarit, México. [dennisknightt@hotmail.com](mailto:dennisknightt@hotmail.com)

segundo grado, incluso también, en su repertorio de conocimientos previos existe el tema del trinomio cuadrado perfecto; éste último, con grandes inquietudes y expectativas de los estudiantes. Este proyecto de investigación tiene el objetivo de utilizar ese bagaje de conocimientos previos de los estudiantes del Programa de Matemáticas del Área de Ciencias Básicas e Ingenierías (ACBI) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), para graficar una función cuadrática en base al análisis y determinación de sus características geométricas y algebraicas, sin hacer uso de la tabulación.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

### *Funciones Polinomiales*

El concepto de función es sin duda, el tema que mayormente aparece en Matemáticas y en las demás ciencias. Existen varias representaciones de una función polinómica como son representaciones de índole algebraica, numérica, analítica, verbal, pero sin duda alguna su complemento es la representación gráfica. En muchas ocasiones, la función polinómica y sus diferentes representaciones han sido tema primordial para hacer investigación pues hacer uso de ello puede converger en cuanto a la interpretación y comunicación de la realidad de problemas sociales.

Toda función polinómica cuenta con características elementales que sirven como señas de identidad. Conociendo con exactitud las características algebraicas de una función polinómica sería muy fácil reconstruir dicha función con un grado muy alto de precisión. Al ir aumentando el grado del polinomio, aumenta la complejidad. Las más sencillas son las funciones polinómicas de grado 1, que reciben el nombre genérico de rectas. En seguida, las funciones polinómicas de grado 2 recibiendo el nombre de parábolas y que aparecen en muchos procesos físicos describiendo la trayectoria de objetos como son, un balón que es golpeado describe un arco de parábola o el lanzamiento de un obús por un cañón, recibe el nombre de tiro parabólico, porque el obús describe una parábola en su trayectoria. En general, cualquier objeto con una velocidad inicial al que se le deja actuar bajo el efecto de la gravedad tiene una trayectoria parabólica (Unidad Didáctica VI, (s/f)).

Fundamentalmente, existen tres formas de expresar una función: por medio de una fórmula (también llamada ecuación), una gráfica y por medio de una tabla de valores, éste último como método tradicional y monótono para algunos, mismo que en esta investigación, se dejará de lado este proceso para acudir solamente a el análisis de características geométricas y algebraicas para la graficación de la función.

### *Contexto*

El Área de Ciencias Básicas e Ingenierías de la UAN se integra por cinco Programas Académicos, a saber: Ingeniería en Control y Computación, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica y Matemáticas. Éste último Programa Académico cuenta con un grupo para cada grado (cuatro en total) y la investigación se llevó a cabo con los estudiantes de segundo grado. Se eligió este grupo por motivos de que el investigador les imparte clases los cinco días de la semana, además de que se consideró tomar la mayor población grupal de los cuatro existentes del Programa de Matemáticas.

La población de estudio estuvo integrada por 20 estudiantes de 26. Estos seis estudiantes que no se consideraron fue porque son jóvenes que llegaron tarde a clase y por cuestiones de respeto hacia los demás, no fueron tomados en cuenta para tal investigación; además, la sesión ya estaba empezada y no se consideró factible volver a explicar el motivo de la investigación y tampoco ponerse al corriente de lo que ya se estaba realizando.

### *Objetivo*

Lograr que el estudiante active y haga uso de sus conocimientos previos para graficar una función de segundo grado sin necesidad de recurrir a la tabulación, así como determinar las características algebraicas a partir del análisis de la gráfica de la parábola.

### *Propuesta y metodología*

En algunas ocasiones, el profesor olvida que existen temas matemáticos que se pueden conjuntar para favorecer un aprendizaje significativo sobre algún concepto o potenciar el aprendizaje con otros temas. Por otra parte, el estudiante aprende y olvida trabajar en el análisis de lo que está aprendiendo con sus conocimientos previos. La idea fundamental de esta investigación consistió en trabajar la función parabólica y hacer uso de aquellos temas que se aprenden aisladamente para graficar dicha función excluyendo la tabulación y/o determinar sus características algebraicas a través de la representación gráfica de la función.

Estos temas son:

- ✓ Factorización (o Fórmula General). Que a través de sus factores y despeje de la variable se obtienen las raíces de la función
- ✓ Completar trinomio cuadrado perfecto. Que a través de su representación, muestra el vértice de la función por medio del análisis de los parámetros  $a(x - b)^2 + c$
- ✓ Forma general de la función cuadrática  $ax^2 + bx + c = 0$ . Donde la constante  $c$  indica el corte que hace la gráfica de la función en la ordenada al origen



*Materiales*

Los materiales que se utilizaron durante la investigación fueron:

- ✓ Instrumento de evaluación pretest y postest (mismo instrumento) que se puede apreciar en la Figura 1.
- ✓ Instrumento de evaluación con diferentes ejercicios para efectos de medir el conocimiento aprendido durante las sesiones y aplicación en cualquier momento de su carrera profesional (Figura 2).

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS**  
**PROGRAMA DE MATEMÁTICAS**

En cada uno de los ejercicios siguientes, analice y determine las características geométricas y algebraicas de una función cuadrática. No tabular en caso de solicitarse la gráfica de la función.

<p>1) </p> <p>Función <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Vértice                  Raíces</p>	<p>2) <math>x_1 = -4</math>  <math>x_2 = 4</math></p> <p>Función  <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Vértice                  Gráfica</p>	<p>3) <math>f(x) = \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{3}{4}</math></p> <p>Función  <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Vértice                  Raíces                  Gráfica</p>
<p>4) <math>f(x) = x^2 + 3x - 10</math></p> <p>Raíces                  Ordenada al origen                  Vértice                  Gráfica</p>	<p>5) <math>V(4, 14)</math></p> <p>Función <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Raíces                  Gráfica</p>	

Figura 1. Instrumento de evaluación (pretest-postest)

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS**  
**PROGRAMA DE MATEMÁTICAS**

En cada uno de los ejercicios siguientes, analice y determine las características geométricas y algebraicas de una función cuadrática. No tabular en caso de solicitarse la gráfica de la función.

<p>1) </p> <p>Función <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Vértice                  Raíces</p>	<p>2) <math>x_1 = \frac{1}{3} + \frac{2\sqrt{5}}{3}i</math>  <math>x_2 = \frac{1}{3} - \frac{2\sqrt{5}}{3}i</math></p> <p>Función <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Vértice                  Gráfica</p>	<p>3) <math>f(x) = (x - 4)^2 - 8</math></p> <p>Función <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Vértice                  Raíces                  Gráfica</p>
<p>4) <math>f(x) = x^2 - 4x + 5</math></p> <p>Raíces                  Ordenada al origen                  Vértice                  Gráfica</p>	<p>5) <math>V(-1.5, -11.25)</math></p> <p>Función <math>f(x) = ax^2 + bx + c</math>                  Ordenada al origen                  Raíces                  Gráfica</p>	

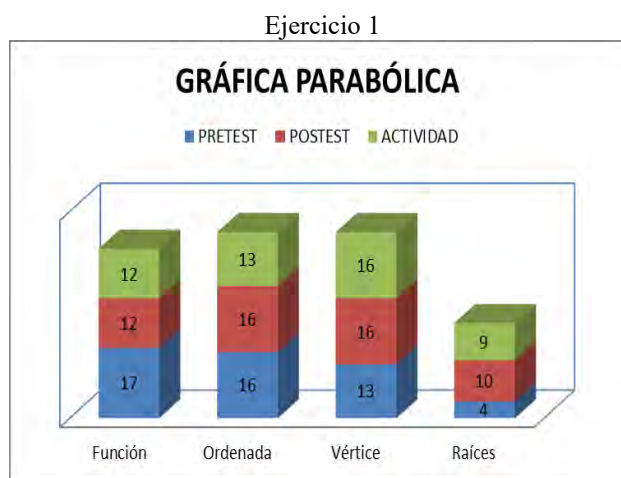
Figura 2. Instrumento de evaluación aplicado días después del término de la investigación

La investigación es cualitativa de tipo descriptiva, donde la variable que se manejó fue el conocimiento matemático de los estudiantes en relación a una función de segundo grado para su graficación sin realizar la tabla de valores. Una vez aplicados los instrumentos, se recurrió a la hoja de cálculo *Excel* para cotejar los resultados obtenidos por medio de tablas, para después interpretar los datos agrupados en formato gráfico.

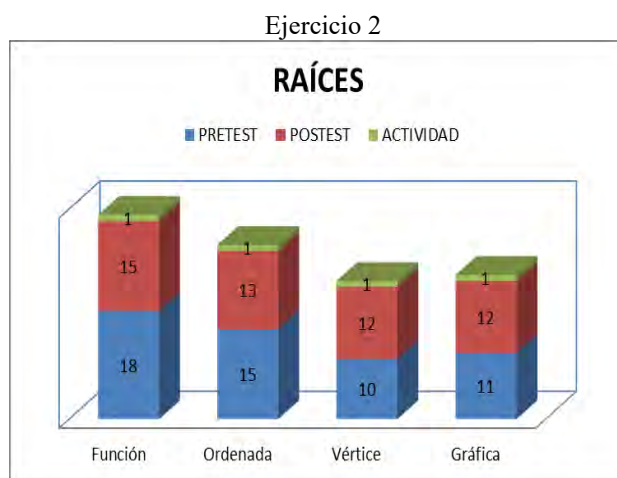
## COMENTARIOS FINALES

### Resumen de resultados

Después del pretest, se dio inicio a la propuesta de investigación, donde al ir trabajando lo que el estudiante aprendió por separado en sus clases previas (factorización, trinomio cuadrado perfecto, raíces, vértice y representación gráfica de la función) se fueron conjuntando los temas en cada ejercicio, determinándose las características geométricas y algebraicas, y en su defecto, la obtención del gráfico sin usar la tabulación. Al término de las sesiones, se aplicó el postest. Al paso de cuatro días, se aplicó el segundo instrumento (Figura 2) con el fin de evaluar el aprendizaje y comprensión de los estudiantes para la graficación de una función cuadrática a partir de las características geométricas y algebraicas, excluyendo la tabulación. Los resultados se muestran a continuación partiendo de una población de 20 estudiantes; la cantidad en los gráficos corresponde a los estudiantes que resolvieron correctamente el ejercicio.



Gráfica 1. Visualización de la gráfica para determinar su función, ordenada al origen, vértice y raíces



Gráfica 2. Determinación de la función, ordenada al origen, vértice y gráfica, a partir de las raíces

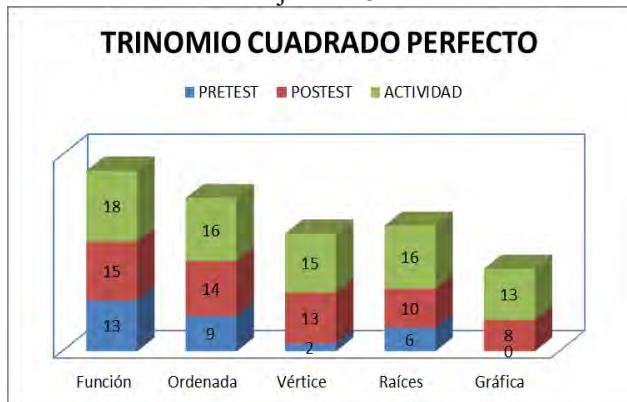
Como primer dato, 2 estudiantes no asistieron al postest, esto deja al investigador y al lector modificar la gráfica en cuanto a la posibilidad de que hayan respondido correctamente a cada ejercicio. Como segundo dato, en la evaluación de la actividad extra, la población fue de 20 estudiantes (mismos que realizaron el pretest).

En la Gráfica 1 se puede observar en el pretest que el ejercicio resultó sencillo para más del 50% de los estudiantes a excepción de determinar las raíces de la gráfica, pues visualmente la gráfica no toca (o corta) el eje de las abscisas, mismo que pudo haber provocado confusión. En el postest se observa una *desproporción* en tener correctamente la ordenada al origen y el vértice, teniendo la función incorrecta; en este caso, 4 estudiantes se basaron en el gráfico para determinar dichos valores y no determinaron algebraicamente la función.

En la Gráfica 2 se pudo observar en las respuestas del ejercicio, que sólo 2 estudiantes fallaron en multiplicar los factores y por ende no llegaron a la función correcta. Era fácil de resolver el ejercicio 2, al menos se esperaba la misma cantidad de estudiantes que obtuvieron la función correctamente; esto quizás a partir del análisis de los parámetros; el objetivo era no tabular.

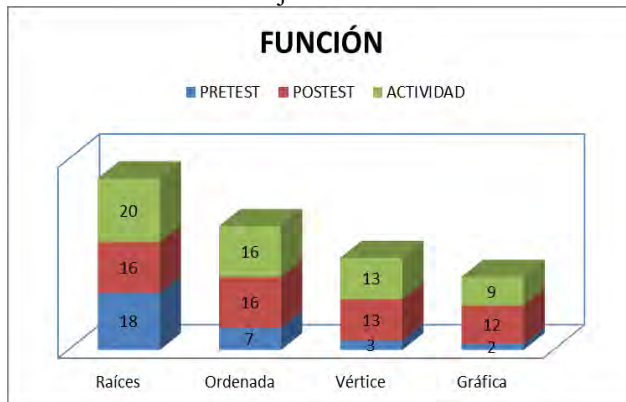
Es preciso mencionar lo que pasó en la actividad extra (barra verde del gráfico). Sólo un estudiante resolvió el ejercicio y lo que se pudo observar es que, a mayor complejidad del ejercicio mayor fue el número de estudiantes que no lograron resolver. El error más visto en sus procedimientos fue la multiplicación de sus factores, pues cada factor contenía tres términos y que pudo haber confundido la presencia de raíces con parte real e imaginarias.

Ejercicio 3



Gráfica 3. Determinación de la función  $ax^2 + bx + c = 0$ , ordenada al origen, vértice, raíces y gráfica, a partir de la expresión del trinomio cuadrado perfecto  $a(x-b)^2 + c$

Ejercicio 4

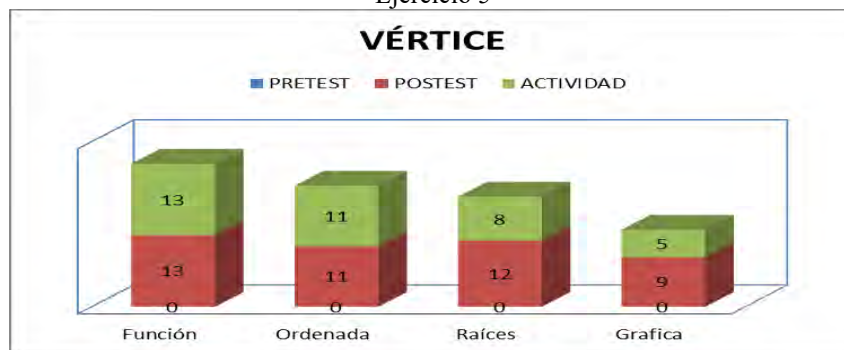


Gráfica 4. Determinación de las raíces, ordenada al origen, vértice y gráfica, a partir de la función de segundo grado

Se puede analizar en el pretest de la Gráfica 3, que el 65% de los estudiantes pudo obtener la función de la forma  $ax^2 + bx + c = 0$  a partir de la expresión del trinomio cuadrado perfecto; el 30% de los que tuvieron correctamente la función no lograron determinar la ordenada al origen de la gráfica. Asimismo, el 30% de la población total obtuvo las raíces de la función pero ninguno logró realizar el gráfico. Se observa en la evaluación del posttest una cantidad de estudiantes considerable a comparación del pretest en haber respondido correctamente lo que se les pedía encontrar, incluso en la evaluación de la actividad extra, los resultados fueron favorables a comparación del pretest y posttest.

El ejercicio 4 correspondió a determinar las raíces, ordenada al origen, vértice y gráfica, dada la función de la forma  $ax^2 + bx + c = 0$ . En el pretest, para la mayoría fue fácil determinar las raíces de la función, pues lo resolvían a través de la fórmula general, aunque a partir de ello la dificultad llegó al querer determinar lo demás. En el posttest se muestra una cantidad de estudiantes que respondieron correctamente a comparación del pretest, así como también un porcentaje significativo en la actividad extra.

Ejercicio 5



Gráfica 5. Determinación de la función  $ax^2 + bx + c = 0$ , ordenada al origen, raíces y gráfica, a partir de la coordenada del vértice

Es evidente que en el pretest, el estudiante no pudo utilizar la coordenada del vértice como apoyo para encontrar lo que se le solicitaba. Para cuando se aplicaron el posttest y la actividad extra, se observa que el 65% de los estudiantes pudo determinar la función, esto, llevando la coordenada del vértice a la representación de completar el trinomio cuadrado perfecto y el 55% de los estudiantes para la obtención de la ordenada al origen. La diferencia del posttest y la actividad en la determinación de las raíces y la gráfica fue significativa para el posttest, ya que en la actividad se presentaron ejercicios de mayor complejidad por proporcionar un vértice con números decimales.





# La Creatividad en la Formación Ingenieril. Un Cambio de Perspectiva: de la Idea a la Práctica

Paula Mendoza Rodríguez Dra.<sup>1</sup>, M.A. Ma. Socorro Guerrero Ramírez<sup>2</sup>, Lic. Leda Liz Contreras Salazar<sup>3</sup>

**Resumen**—La creatividad, en la práctica educativa, es el resultado de un proceso en el que se encuentran involucrados otros procesos de pensamiento que, en su conjunto, constituyen el potencial humano para generar ideas, crear e innovar. El planteamiento de esta investigación, surge de la necesidad de enfrentar los retos, cada vez más complejos, de la educación actual. En este sentido, la tarea del maestro se torna más complicada; su responsabilidad implica indagar ambientes de trabajo propicios para el aprendizaje, espacios donde las ideas fluyan y se pongan en ejecución.

La propuesta de este proyecto es poner en práctica una metodología que motive e incentive a los alumnos a que observen, analicen e investiguen, mediante métodos y técnicas, realidades que promuevan una mayor interacción del sujeto con el objeto de aprendizaje. El resultado de este proceso será la transformación del conocimiento en un aprendizaje vivencial estimulando realmente la creatividad de los alumnos.

**Palabras clave**—creatividad, proceso, educación, conocimiento, aprendizaje.

## Introducción

Los cambios políticos, económicos, financieros y culturales que se suscitan en el contexto global, afectan de manera contundente al ámbito educativo; esta situación constituye sin duda alguna un reto para las instituciones educativas de nivel superior a las que la sociedad y los órganos gubernamentales han asignado la encomienda de formar profesionales capaces de generar y producir cambios para enfrentar de manera efectiva la problemática que se les plantea.

Ante estas exigencias el gobierno de nuestro país observando el cumplimiento del marco legal publicó en el Diario Oficial de la Federación con fecha 20 de mayo de 2013, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en el que se integran cinco metas nacionales siendo la tercera “México con Educación de Calidad”; en ella se inscribe la premisa de que para “mover a México hay que fomentar los valores cívicos, elevar la calidad de la enseñanza y promover la ciencia, la tecnología y la innovación.” (PND 2013-2018). Por su parte, el Tecnológico Nacional de México formuló el Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 y con estricto apego al PND del mismo periodo definió seis objetivos estratégicos orientados a cumplir esa tercera meta, siendo pertinente para nuestra investigación el cuarto objetivo estratégico: “Impulsar la ciencia, la tecnología y la innovación” (PIID 2013-2018 TecNM).

De esta manera queda de manifiesto que las instituciones de nivel superior deben, a través de sus programas educativos, dar respuesta positiva a las demandas de la sociedad y de las diversas instancias gubernamentales reforzando, consolidando y cultivando una sólida formación profesional en su alumnado.

Es importante resaltar que el Instituto Tecnológico de San Juan del Río (ITSJR), como parte del sistema de educación superior tecnológica del TecNM, elaboró su Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 (PIID ITSJR) reiterando la responsabilidad y el compromiso de orientar sus esfuerzos en el logro de objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores establecidos en los programas de sus instancias rectoras.

A través de la lectura de estos documentos se observa la preocupación del Estado y de sus instituciones educativas de nivel superior de dejar atrás los paradigmas tradicionales de enseñanza y aprendizaje y dirigir la mirada hacia nuevos esquemas de formación que permitan al alumno desarrollar plenamente sus capacidades potenciando habilidades, actitudes y valores que los fortalecerán y los proveerán de herramientas eficaces para enfrentar los problemas que se les presenten y proponer soluciones creativas e innovadoras.

La nueva línea en educación integra el concepto de competencias plasmado en el Modelo Educativo para el Siglo XXI (DGEST, 2012), por el cual continúa guiándose el TecNM; en este importante documento se habla de la formación y desarrollo por competencias profesionales a incluir en los planes y programas de estudio con la finalidad

<sup>1</sup> Paula Mendoza Rodríguez Dra. es Docente de la carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro. [paumero2011@gmail.com](mailto:paumero2011@gmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> La MA. Ma. Socorro Guerrero Ramírez es docente de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro. [sguerrero\\_19@yahoo.com.mx](mailto:sguerrero_19@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La Lic. Leda Liz Contreras Salazar es docente de la Licenciatura de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, San Juan del Río, Querétaro. [lizleda@yahoo.com.mx](mailto:lizleda@yahoo.com.mx)



de desarrollar en los futuros profesionistas, competencias suficientes que “impulsen la actividad productiva en cada región del país a través de la investigación científica, la innovación tecnológica, la transferencia de tecnologías, la creatividad y el emprendedurismo para alcanzar un mayor desarrollo social, económico, cultural y humano”. (TecNM, 2015). En este sentido resaltan compromisos importantes de la educación actual entre los cuales destacan desarrollar los potenciales humanos como son la creatividad y la innovación; teniendo en cuenta, de acuerdo a la definición dada por la Real Academia Española (RAE), que la primera consiste en generar nuevas ideas, enfoques y acciones mientras que la segunda, en hacerlas realidad; entonces se puede deducir que estos dos conceptos se relacionan e interactúan de manera estrecha por lo que es necesario activar la creatividad en los alumnos para que transformando la realidad puedan llegar a la fase de la innovación. La innovación necesita ideas y las ideas requieren creatividad. (Trías de Bes y Kotler, 2011).

El progreso no se lleva a cabo de manera armónica por lo que el uso de la lógica y de las ideas convencionales no siempre aportan soluciones efectivas a las dificultades que se presentan día con día. Esta situación ha representado materia de profunda reflexión en algunos estudiosos que con el fin de esclarecer este problema, proponen algunas teorías, métodos y estrategias para hacer que los actuales estudiantes se conviertan en profesionales creativos y con iniciativa para transformar su realidad inmediata.

#### *Marco teórico*

Para abordar el tema de la creatividad conviene conocer algunas características del cerebro humano que se desprenden de interesantes investigaciones hechas acerca de sus funciones y de los procesos mentales que en él se llevan a cabo. El hombre, como ser racional, posee capacidades mentales que le otorgan la posibilidad de razonar y llevar a cabo operaciones de muy diversa índole. El cerebro según Rodríguez Estrada (1997) es capaz de realizar operaciones antagónicas y así puede ser a la vez: Intuitivo y discursivo, Ingenuo y crítico, Teórico y práctico, Directo y analógico, Concreto y abstracto, Realista y fantasioso, Racional y mágico, Reproductivo y creativo.

El cerebro constituye el órgano central de todas las percepciones sensoriales, del pensamiento y de los estados de conciencia. Según investigaciones, se encuentra dividido en dos hemisferios: el izquierdo que se caracteriza por ser lógico, verbal, racional, científico, aritmético (números) y práctico; mientras que el derecho es analógico, plástico, intuitivo, artístico, geométrico (figuras) e imaginativo. Estas habilidades son ambivalentes y se complementan por lo que las instituciones formadoras deben propiciar el equilibrio entre estos hemisferios.

En relación con los tipos de pensamiento, Guilford (1967) los distingue según sus actividades cognitivas en pensamiento convergente que es cerrado, duro y trata de encontrar una verdad o un dato bien definido, maneja juicios de verdad o falsedad y está basado en la lógica tradicional; en cambio, el pensamiento divergente es abierto, blando y da opciones para escoger la verdad que se adapte mejor a determinada situación. Este tipo de pensamiento es el que está más relacionado con la creatividad ya que a través de él se generan ideas y por ser flexible da la habilidad para seleccionar soluciones novedosas a problemas que se plantean. Por su parte, De Bono (1983) distingue dos tipos de pensamiento: el vertical y el lateral. Los dos cumplen funciones y mecanismos operativos diferentes pero complementarios. El pensamiento vertical ocurre en forma lineal, su característica principal es el orden; solamente utiliza información relevante, el patrón está basado en el proceso analítico. En cuanto al pensamiento lateral, la información se organiza de manera no convencional, se generan arreglos que rebasan los patrones establecidos.

En lo que se refiere al pensamiento inventivo Perkins (1983) lo asocia con la enseñanza de la creatividad y sugiere un modelo para entender el proceso creativo y la inventiva basada en el diseño como herramienta para lograr sus objetivos. Este investigador destaca tres dificultades claves en el desarrollo del pensamiento inventivo: lograr la generalidad, la abstracción y la complejidad de los productos.

A este respecto destacan también las investigaciones de Mitjans Martínez (1995) quien propone algunas estrategias para el desarrollo de la creatividad a través de algunas técnicas específicas para la solución creativa de problemas a la vez que reconoce los esfuerzos de algunos estudiosos de la educación por modificar el currículum escolar con el fin de contribuir al desarrollo de la creatividad a través de la institución escolar. Mientras que Pansza (1997), manifiesta la urgencia de desarrollar procesos científicos y tecnológicos que permitan cambiar nuestro carácter de consumidores por creadores y discierne sobre la plenitud humana remarcando que la creación y la invención son dos formas de predicción, que se realizan por medio de la investigación científica, guiada por la razón y apoyada por los conocimientos comprobados.

Esta necesidad de cambio, se manifiesta también en la teoría del constructivismo humano al sostener la idea de que los individuos construyen ideas acerca de cómo funciona el mundo en base al sentido que éstos le dan. Novak (1997), por su parte, argumenta que la creación del nuevo conocimiento es una forma de aprendizaje significativo que implica el reconocimiento de nuevas regularidades en los hechos u objetos, invención de nuevos conceptos y reconocimiento de nuevas relaciones entre conceptos construyendo o reestructurando las tramas conceptuales para que incluyan relaciones de orden superior.

### *Justificación*

La problemática que se plantea en esta investigación es cómo fomentar la creatividad en los alumnos de licenciatura en ingeniería de tal manera que desarrollen competencias a través de la integración e interpretación de conocimientos que se sumen a las capacidades emocionales y sociales que les permitirán aportar al perfil de egreso de su área profesional. A este respecto existe entre las instituciones de nivel superior el consenso de que los procesos de habilidades del pensamiento como son la creatividad y la innovación deben ser estimulados y desarrollados en el proceso docente a través de los planes y programas de estudio para desarrollar integralmente la personalidad de los individuos que se forman en sus aulas. El fomentar estos procesos dará como resultado un impulso al crecimiento científico y tecnológico, tan necesario de ser promovido en nuestros días para lograr una tecnología de vanguardia que haga al país menos dependiente de tecnologías extranjeras.

En los objetivos y perfiles de las carreras del TecNM se hace principal mención de estos principios; así en el de la carrera de Ingeniería Industrial se lee: “Formar profesionales, éticos, líderes, creativos y emprendedores en el área de Ingeniería Industrial; competente para diseñar, implantar, administrar, innovar y optimizar sistemas de producción de bienes y servicios; con enfoque sistémico y sustentable en un entorno global”. (TecNM, 2015). Así, el perfil está diseñado acorde con el objetivo a fin de que el estudiante reciba una preparación sólida por medio de un plan flexible cuya revisión permanente permita al egresado desempeñarse profesionalmente.

### *Creatividad en el área de las ingenierías*

En lo que concierne a la creatividad, en las áreas de ingeniería, prepara a los estudiantes para desarrollar y utilizar su talento creativo. La ingeniería es creativa por naturaleza por ello, el desarrollo de la creatividad y la innovación deben ser una preocupación constante de todos los sectores de la sociedad, pero muy particularmente de las instituciones educativas. Tomando en cuenta que la originalidad del pensamiento es la fuerza que genera la innovación y que ésta es esencial para el continuo avance tecnológico es tarea de las instituciones que forman a los ingenieros el proveerlos de herramientas que favorezcan la generación de ideas. En este contexto, Offner (1989) cita tres catalizadores combinables para educar a los estudiantes de ingeniería: 1) Desafiarlos con realismo 2) Hacerlos participar creativamente y 3) Obligarlos significativamente. En lo que se refiere al primer catalizador expresa que los alumnos de ingeniería necesitan aumentar su capacidad de apreciación y comprensión de los últimos adelantos tecnológicos; en el segundo, manifiesta que es necesario hacer que los estudiantes participen activamente en su formación, llevando a cabo proyectos concretos y prácticos donde puedan desarrollar su propia invención; y en el tercero declara la necesidad de comprometer a los estudiantes significativamente haciéndolos tomar conciencia de las limitaciones que se tienen en la realización de prototipos.

### **Descripción del Método**

Con el propósito de poner en práctica los postulados que apuntan hacia un cambio en la perspectiva de una educación basada en realidades que promuevan una mayor interacción del sujeto con el objeto de aprendizaje a través del desarrollo de habilidades del pensamiento orientada en competencias profesionales se propone, a través de esta investigación crear un taller en el cual el estudiante desarrolle su creatividad y capacidad inventiva que los lleve a innovar mediante la práctica deliberada y consciente de técnicas y procedimientos que contribuirán a que los alumnos generen nuevos esquemas de pensamiento y reestructuren los existentes. La incorporación de estos procesos, como patrones habituales del pensar, darán a los alumnos la posibilidad de encontrarse en una mejor posición para enfrentar y resolver situaciones problemáticas de una manera más rápida y acertada.

Tomando en cuenta estos propósitos se presenta una propuesta metodológica en la que el objetivo es: “Fomentar la creatividad y la inventiva para que el estudiante sea capaz de realizar proyectos del área ingenieril”. La metodología adoptada se realizó con la idea de que los estudiantes pudieran expresar libremente sus ideas generando situaciones de presión para impulsarlos hacia la creatividad mediante un proceso de búsqueda de soluciones más allá de las ideas convencionales.

Otros objetivos a alcanzar en esta investigación apuntan a integrar equipos conformados por alumnos que a través de la motivación sean capaces de transformar realidades promoviendo una mayor interacción del sujeto con el objeto de aprendizaje; es decir que a partir de un objeto concreto que les sea familiar sean capaces de utilizarlo de un modo nuevo o diferente aplicando el concepto de diseño. Es importante recalcar que el aprendizaje a través de equipos de trabajo da a los alumnos la oportunidad de interactuar entre ellos y el desarrollo de esta competencia perfilará al alumno hacia la manera en que actuará en el campo laboral integrándose y fomentando la sinergia para lograr los fines de la organización.

### *La creatividad en el aula*

El aprendizaje creativo es preocupación constante de educadores y su importancia se ha acrecentado debido a que es el que ofrece las más amplias posibilidades de realización y desenvolvimiento de la personalidad del educando. Hay que subrayar que para que los objetivos de la educación se logren, el maestro debe valerse de una metodología

de enseñanza; es decir, de un conjunto de procedimientos didácticos que a través de métodos y técnicas conlleven a buen término la acción didáctica. Es recomendable que antes de llevar a cabo una práctica docente, el maestro planee cuidadosamente la metodología de enseñanza a seguir en clase a fin de que se desarrolle en el alumno la autonomía y la autonomía intelectual. Al diseñar una metodología de enseñanza el maestro debe tomar en cuenta posibles situaciones no consideradas que puedan presentarse en el transcurso de la clase por lo que considerará la posibilidad de ir adaptando de acuerdo con las características del trabajo y del grupo.

#### *El contexto e intención didáctica*

La metodología fue aplicada a una muestra de cien estudiantes del sexto semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, del Instituto Tecnológico de San Juan del Río, que cursaron la asignatura de Mercadotecnia y cuyas edades oscilan entre los veinte y veintitrés años. El programa de creatividad se llevó a cabo en diez sesiones de una hora cada una, a razón de cinco sesiones por semana sin contar el día en que se realizó la exposición para mostrar los resultados de sus proyectos. Las sesiones estuvieron conformadas por 1° Aplicación de encuesta e Introducción a la creatividad e innovación (fundamentos y propósitos). 2° Cómo analizar un diseño. 3° Cómo comparar diseños. 4° Imaginar cambios para mejorar diseños aplicando la creatividad. 5° Aplicación de cambios de acuerdo al diseño propuesto (prototipos). 6° Elección de nombre de marca tomando en cuenta las características para obtener un buen nombre de marca. 7° El empaque como estrategia de mercadotecnia. 8° Diseño de etiquetas. 9° Teoría del color aplicada al “Marketing”. 10° Promoción del producto para llevarlo a la práctica en la exposición. Es necesario agregar que se llevaron a cabo asesorías extra clases para aclarar las dudas que pudieran surgir en la realización de las actividades asignadas.

#### *Estructura didáctica*

Cada sesión incluye 1) Una introducción con la finalidad de involucrar a los alumnos y motivarlos en el tema de estudio. 2) Demostración de la estrategia a aplicar. 3) Ejercicios de consolidación para poner en práctica lo aprendido. 4) Repaso de la estrategia con el fin de retroalimentar de manera inmediata al alumno. 5) Tarea para aplicar la estrategia permitiendo autonomía al alumno.

Para lograr un verdadero aprendizaje, la experiencia demuestra que el ambiente de aprendizaje que se da en el aula es de suma importancia para el logro de los objetivos ya que afecta de manera definitiva a los procesos de enseñar y aprender. Este hecho es de gran relevancia en el desarrollo de la creatividad y de la capacidad de inventiva donde el control de ciertas variables del entorno físico y psicológico determina en gran medida la libertad de pensamiento del estudiante y su nivel de productividad. Otro factor importante que influye en la voluntad del alumno para lograr determinados propósitos es la motivación; este aspecto involucra al docente pues con su actitud y su habilidad puede lograr despertar el interés en el estudiante o bien desmotivarlo.

En lo que respecta al aprendizaje, éste se genera cuando surge el encuentro entre el sujeto y el objeto. Uno de los auxiliares que pueden ayudar a que el aprendizaje se produzca es el maestro sin embargo existen otros como los objetos reales o simbólicos que pueden propiciar y facilitar este proceso. En este taller se utilizaron cosas más bien sencillas pero que resultaron sumamente estimulantes y eficaces para lo que se pretendía lograr pues en el proceso de aprendizaje lo verdaderamente importante es que los objetos sean presentados en el momento adecuado y en la cantidad suficiente para despertar y mantener el interés por aprender. Como material didáctico se utilizaron diversos objetos, anuncios publicitarios, videos, Lap-Tops, cañón, pintarrón, fotocopias que fueron de gran utilidad tanto para el desarrollo de las lecciones como para los ejercicios de práctica. El conferirle valor real a los elementos de apoyo que pueden ser utilizados, corrobora la idea de que es necesario dominar tanto la praxis (el “saber cómo”) como la teoría (los preceptos científicos y metodológicos) para poder acceder a un verdadero aprendizaje.

Por otro lado, para favorecer el aprendizaje creativo e innovador en el individuo es indispensable que durante el proceso exista una evaluación para verificar que el alumno haya aprendido y hecho suyos los conocimientos; este hecho fue tomado en cuenta en el desarrollo del taller por medio de interrogatorio y de la presentación de las producciones hechas en clase para dar retroalimentación adecuada en tiempo y forma.

#### *Resumen de resultados*

El método utilizado fue el cualitativo ya que permite al investigador la recolección e interpretación de datos tomando en cuenta el contexto; y, a su vez, permite obtener puntos de vista y perspectivas de las personas que participan en la investigación; es un proceso que se lleva a cabo con la intención de reconstruir la realidad tal y como la ven los actores de un determinado sistema social.

Para conocer la percepción que de sí mismos tenían los estudiantes acerca de cuán creativos se percibían, se levantó una encuesta; la muestra representativa de la población estudiantil fue de 100 alumnos, inscritos en la asignatura de Mercadotecnia. La técnica utilizada fue la de recolección de datos, el instrumento de medición fue un cuestionario en el que se incluyeron 10 ítems con cinco alternativas de respuesta y con diversos grados de intensidad para medir las actitudes de los estudiantes, según la escala de Likert. En la Tabla 1 se muestra el instrumento que sirvió para la evaluación.

El Objetivo de la encuesta fue: Identificar la percepción que tienen los alumnos acerca de su propia creatividad.

		Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Indiferente	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
N°	Preguntas	a)	b)	c)	d)	e)
1.	Ante una situación determinada respondes de una manera que tú nunca habías pensado o hecho eso antes.					
2.	Cambias tu rutina sin alguna razón en particular más que por haber querido hacer otras cosas diferentes.					
3.	Reacomodas las cosas de tu habitación, de tu oficina, de tu escritorio, solo por diversión.					
4.	Cuando alguien te dice: "Eso no se puede hacer" o "No vale la pena, déjalo así" tú no le haces caso y sigues intentándolo.					
5.	Luchas incansablemente por una causa, una idea, un ideal.					
6.	Cuando estás equivocado, reconoces tu error.					
7.	No tomas en cuenta la opinión de quien te dice que "Estás equivocado" porque intentaste algo nuevo.					
8.	Te acuerdas de aquel momento en que hiciste algo que te puso muy nervioso.					
9.	Te acuerdas de la situación en que hiciste algo que te causó temor y al mismo tiempo emoción y alegría.					
10.	Recuerdas cuando resolviste un problema en el que pensabas todo el tiempo y no te dejaba descansar.					

Tabla1. Encuesta a los estudiantes del Taller de Creatividad

La encuesta levantada, entre la muestra representativa, arrojó los resultados que se muestran en la Tabla 2.

Alternativas de respuestas	Preguntas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Totalmente en desacuerdo	18	7	6	7	9	6	28	6	5	7
2. Parcialmente en desacuerdo	12	12	12	7	9	7	18	5	8	11
3. Indiferente	29	15	20	23	16	10	22	9	13	23
4. Parcialmente de acuerdo	26	34	34	28	39	26	26	35	43	33
5. Totalmente de acuerdo	15	32	28	35	27	51	14	45	31	26

Tabla 2. Resultados de la aplicación de la encuesta a estudiantes.

Al realizar la exploración mediante la serie de las diez preguntas que conforman la encuesta, y que están enfocadas en identificar la percepción que tienen los alumnos, acerca de ellos mismos, con respecto a su creatividad, se puede observar, al llevar a cabo el análisis de datos, que el 62% de los participantes son altamente creativos lo que resulta interesante pues al constituir la mayoría se tiene la perspectiva de obtener mejores resultados en las actividades propuestas para el taller; mientras que el restante 38% lo constituyen aquellos que se consideran medianamente creativos (el 20%) y los que son indiferentes ante esta situación (el 18%); estos resultados manifiestan el reto que representa para el docente de motivar a los alumnos que constituyen estos rangos por lo que debe diseñar técnicas y herramientas que atraigan el interés de estos alumnos y los involucre en el proceso con responsabilidad y compromiso convirtiendo el conocimiento en aprendizaje vivencial.

Enseguida en la Figura 1 se muestran los resultados de la encuesta sobre creatividad y en la que se pueden apreciar los datos ya comentados en el párrafo anterior



Figura 1. Resultados de la encuesta en porcentajes.

### Conclusiones

Esta investigación fue realizada con la intención de poner en práctica una pedagogía basada en técnicas que representan los principios fundamentales de la metodología, es decir, hacer que los alumnos aprendan haciendo. Esto fue positivo pues a través de las sesiones de trabajo generaron un cambio de actitud y desarrollaron competencias necesarias para interactuar con las tecnologías en la práctica cotidiana.

El poseer un carácter innovador y creativo es exigencia de la educación superior de nuestro tiempo y es tarea de todo sistema educativo el integrarla en todas las asignaturas del programa de estudios de todas las carreras y sobre todo en las áreas tecnológicas las cuales demandan constantemente la producción de pensamientos nuevos y abiertos que lleven a la modernización y al progreso en beneficio de la sociedad pero para conseguirlo es necesario que tanto autoridades como docentes trabajen conjuntamente para lograr este propósito.

### Bibliografía

De Bono, E.(1983). *Lateral Thinking. A Textbook of Creativity*. Nueva York: Editorial Pinguin Books.

DGEST . "Modeo Educaivo para el Siglo XXI." México D.F. Dirección General de Educación Superior Tecnológica. 2012.

Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. Nueva York: Editorial McGraw Hill.

Instituto Tecnológico de San Juan del Río (2015). *Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 del Instituto Tecnológico de San Juan del Río*. San Juan del Río: ITSJR.

Novak, J. D. (1997). *El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos*. Colección Investigación y Ciencia. Serie Fundamentos N° 2: Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Sevilla: Diada Editora.

Offner, D. H. (1989). *Desarrollo del potencial creativo de los futuros ingenieros*. Estrategias para la Creatividad compilación realizada por G. A. Davis y J. A. Scott. Argentina: Editorial Paidós.

Pansza, M. (1997). *Pedagogía y Currículo*. 5a. edición. México: Editorial Garnica.

Perkins, D.N. (1983). *Teaching Inventive Thinking. Project Intelligence : The Development of Procedures to Enchance Thinking Skills, Final Report*. Harvard University.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Publicado en el *Diario Oficial de la Federación* DOF 20-05-2013.

Rodríguez Estrada, M. (1997). *El pensamiento creativo integral*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Tecnológico Nacional de México (2014). *Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 del Tecnológico nacional de México*. Ciudad de México: TecNM.

Tecnológico Nacional de México (2015). *Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México. Planes de Estudio para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*. Ciudad de México: TecNM.

Trías de Bes, F. y Kotler P. (2011). *Innovar para ganar. El Modelo ABCDEF*. Barcelona: Ediciones Urano.



# *Azospirillum* sp Y MALLAS PLÁSTICAS DE COLORES AFECTAN LA MORFOLOGÍA Y RENDIMIENTO DE LECHUGA ROMANA

Rosalinda Mendoza Villarreal Dra<sup>1</sup>, M.C. Juan Manuel Ruíz Nieves<sup>1</sup>, Dr. Alberto Sandoval Rangel<sup>1</sup> y Dr. Valentin Robledo Torres<sup>1</sup>

## Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar los caracteres agronómicos en lechuga romana a la adición exógena de *Azospirillum* sp ( $10^9$  ufc ml<sup>-1</sup>), con diferentes concentraciones de nitrógeno (75, 50 y 25%) y la interacción con mallas blanca, roja, y negra utilizadas como cubierta, además de cielo abierto. Se utilizaron cepas nativas de *Azospirillum* (individuales y mezcladas) de la región sureste de Coahuila y una cepa comercial. Se establecieron 13 tratamientos en contenedores de 6 litros, con suelo franco-arcillo-limoso como sustrato. Se concluye que la combinación de malla roja, cepa 5 y 50 % N produce plantas con mayor peso y rendimiento, Cielo abierto, cepa 7 y 25 % de N el mayor número de hojas, la combinación cielo abierto, cepa 7 y 75 % de N aumentó el peso de la raíz, la combinación malla negra, cepa 7 y 25 % de N la longitud de raíz.

**Palabras clave-** *Azospirillum*, lechuga, mallas, morfología, rendimiento

## Introducción

La aplicación de biofertilizantes a base de microorganismos o subproductos de ellos para fertilizar de manera orgánica diversos cultivos (Rueda *et al.*, 2007). Entre los microorganismos conocidos se encuentra *Azospirillum* sp, del cual diversos estudios han demostrado beneficios a los cultivos, mediante diversos mecanismos, entre ellos, la fijación de nitrógeno atmosférico (Mendoza *et al.*, 2009), la síntesis de hormonas y estimulación del crecimiento de la raíz (Ribaud *et al.*, 2006), control de microorganismos fitopatógenos (Di Bárbaro *et al.*, 2005). El uso de *Azospirillum* sp, puede contribuir a la disminución del empleo de fertilizantes nitrogenados y favorecer el medio ambiente. Sin embargo su aplicación debe ser económica y sin detrimento de la productividad y calidad de los cultivos.

Por lo cual es necesario continuar los estudios de *Azospirillum* sp respecto a la cuantificación del aporte de nitrógeno a los cultivos y su comportamiento bajo diferentes ambientes, dado que en la actualidad una parte considerable de cultivos y en particular cultivos hortícolas están migrando cultivos bajo cubierta y en específico a casa sombra o mallas. Esta tecnología modifica las condiciones ambientales de luz, humedad relativa y temperatura entorno a los cultivos (Elad *et al.*, 2007), estas modificaciones en el ambiente afectan el desarrollo de los cultivos y el comportamiento de los microorganismos (Scaracia *et al.*, 2011), por lo tanto es probable que las funciones de los microorganismos bajo estos ambientes sean diferentes respecto a su comportamiento en campo abierto y los efectos en los cultivos también sea diferente.

Para este estudio se eligió el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*), por una de las hortalizas más importantes en la dieta del hombre a nivel mundial, y su producción ha ido en aumento (Sánchez, 2010). En el 2006 México fue el décimo productor con 182,771 ton y el octavo exportador (SAGARPA-SIAP, 2011). Actualmente el país cuenta con una superficie de 16,415.82 ha, con un rendimiento promedio de 20.77 ton ha<sup>-1</sup>. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de la lechuga a la adición exógena de *Azospirillum* sp, con diferentes concentraciones de nitrógeno y la interacción con el color de mallas utilizadas<sup>1</sup> como cubierta. Esta información posibilitará cuantificar la reducción de los fertilizantes nitrogenados sin poner en riesgo la productividad y calidad de los cultivos, además permitirá verificar si el *Azospirillum* modifica su efecto en los cultivos por efecto del color de las mallas de cubierta.

## Descripción del Método

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; ubicada a 25° 22' latitud Norte y 101° 22' longitud Oeste, con una altitud de 1742 msnm. Clima

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura UAAAN. Autor de correspondencia: [rosalindamendoza@hotmail.com](mailto:rosalindamendoza@hotmail.com)

BWhw (x') (e) según Koppen, con clima seco y templado, con lluvias en verano, precipitación promedio anual de 460.7 mm, temperatura media anual de 17.3 °C (Mendoza, 2010).

#### Descripción de Tratamientos

Se evaluaron dos cepas de (C5 y C7) *Azospirillum sp* nativas de la región sureste del estado de Coahuila y aisladas de raíces de trigo (C5) y maíz (C7) (Mendoza, 2009) y una cepa de *Azospirillum brasilense* (CC) y la mezcla de las dos cepas nativas (C5 y C7), todas a una concentración de  $1 \times 10^9$  ufc ml<sup>-1</sup>. Usando como base la solución nutritiva de Sánchez y Escalante (Sánchez y Escalante 2006), todas las cepas se aplicaron con tres diferentes concentraciones de nitrógeno 75, 50 y 25% y como testigo la solución nutritiva completa sin *Azospirillum sp*. (Cuadro 1). Cada tratamiento se evaluó en cinco repeticiones y cada repetición fue una planta.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos con *Azospirillum sp* y concentraciones de nitrógeno

Tratamiento	Concentración % N	Cepa
1 (Testigo)	100	0
2	25	5
3	50	5
4	75	5
5	25	7
6	50	7
7	75	7
8	25	5 y 7
9	50	5 y 7
10	75	5 y 7
11	25	CC
12	50	CC
13	75	CC

Los 13 tratamientos se establecieron en tres macrotúneles de 24 m<sup>2</sup> y 2.4 m de altura con cubierta con malla de diferente color, blanco, negro, rojo y campo abierto. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial AXB, donde A= *Azospirillum*-nitrógeno y B= Colores de la Malla.

#### Establecimiento del experimento

Se utilizó lechuga variedad Great Lakes, la planta se produjo en charolas de poliestireno de 200 cavidades. Las charolas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.1 % y se secaron al aire, como sustrato se utilizó turba y vermiculita 1:1 v/v.

Las plantas se inocularon a los 30 días después de siembra y antes de trasplantar. Aplicando 10 ml ( $10^9$  UFC ml<sup>-1</sup>) en cada maceta en la base del tallo. Se trasplanto en contenedores o bolsas de polietileno negro de seis litros, con suelo franco- arcillo –limoso previamente esterilizado. El riego y la fertilización fue manual.

#### Variables evaluadas

Se evaluó a los 60 días después del trasplante y se midió: Peso fresco y seco de las hojas de la siguiente forma; se corto la lechuga de la base y se peso en una báscula marca Yamato modelo DX402 a 70° C hasta la deshidratación total, posteriormente se realizó el peso en una balanza analítica marca AND. El número de hojas (NH), se realizó antes de separar las hojas para determinar peso seco. Para medir peso fresco y seco de la raíz, se lavo la raíz con agua corriente, se quito el agua adherida a la raíz y se peso, para peso seco, se secó a temperatura ambiente y después se coloco en la estufa de secado y peso al igual que las hojas. Para longitud de raíz, en fresco una vez lavada la raíz se extendió sobre una superficie plana y se midio con una regla desde el cuello hasta la punta.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System versión 9.00 (SAS, 2009) y a las variables estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ), se les realizó una prueba de rango múltiple con Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## Comentarios Finales

### Interacción *Azospirillum*, nitrógeno y colores de la malla

El análisis de varianza indica que las variables agronómicas como peso fresco (PFH) y seco de las hojas (PSH), número de hojas (NH), peso fresco (PFR) y seco de la raíz (PFR) y longitud de la raíz (LR) en plantas de lechuga,

tuvieron diferencias altamente significativas. La comparación de medias en el Cuadro 2, muestra que la cubierta de color rojo favorece el incremento del 58.5 % en el peso fresco y seco de las hojas de lechuga con 40.5 % con respecto al testigo a cielo abierto demostrando con ello una mayor acumulación de biomasa, esto confirma lo encontrado por Shahak (2008) quién trabajó con cubierta roja la cuál estimula la velocidad del crecimiento vegetativo y el vigor del follaje. Por otro lado Do Bomfim *et al.*, (2010), evaluando cubiertas plásticas de colores encontró que las plantas cultivadas bajo mallas rojas fueron significativamente altas y con hojas grandes en comparación de las cultivadas con la luz solar directa.

En cuanto a las variables número de hojas, peso fresco y peso seco de la raíz, manifestaron ser favorecidas en las plantas cultivadas sin cubierta o a cielo abierto, sin embargo el PSR incrementa un 13.1% con respecto al cielo abierto esto se contrapone a lo reportado por Do Bomfim (2010) con una disminución de la biomasa total especialmente de las raíces, bajo cubierta de color rojo en comparación con plantas mantenidas bajo luz solar. Shahak *et al.*, (2004 b) reportaron un incremento del 30% en el durazno al compararlo con el testigo, también Shahak *et al.*, (2008 c) encuentran un incremento del 30 % con la malla negra y roja además de un 22 % con la malla blanca en el cultivo de uva, y un incremento del 30% en el tamaño de la pera.

Para la longitud de raíz esta fue favorecida por el color de cubierta negra por otra parte Stamps, (2008) reporta que está cubierta produce el mayor número de hojas y hay un incremento en el crecimiento vegetativo.

En relación a la biomasa Elad *et al* (2007) reportan un incremento en plantas de chile y la cubierta de color blanco fue la que mostró los valores más bajos en las variables estudiadas igual que lo encontrado en este experimento.

Cuadro 2. Valores medios de las variables evaluadas en plantas de lechuga a los 60 días posteriores al trasplante, desarrolladas en macrotuneles con malla sombra de colores.

Factor A	Valores medios					
	PFH (g)	PSH (g)	NH	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)
Roja	415.76 a	23.90 a	22.24 b	28.71 b	3.66 a	26.27 b
Blanca	255.47 d	19.42 b	21.26 c	11.90 d	1.29 d	26.41 ab
Negra	289.82 b	17.04 c	21.21 c	25.96 c	1.73 c	27.50 a
Cielo abierto	261.86 c	16.95 c	26.12 a	39.63 a	2.75 a	24.61 c

Los valores que presentan la misma literal en cada columna son iguales entre sí (Tukey al 0.01) PFH = Peso fresco de las hojas. PSH = Peso seco de hojas. NH= Número de hojas. PFR= Peso fresco de raíz. PSR = Peso seco de raíz. LR= Longitud de raíz. g = gramos.

En el Cuadro 3, se puede observar el comportamiento de la interacción de las cubiertas de los túneles o mallas sombra de colores con las cepas de *Azospirillum* sp Y las concentraciones de nitrógeno de los diferentes tratamientos del trabajo de investigación. Para las variables PFH y PSH el tratamiento con malla roja + cepa 5 + 50 % N fue el que incrementó el 10.2 y 55 % con respecto al testigo químico del 100% de N y para el rendimiento con el mismo.

Cuadro 3. Comparación de medias Tukey (0.01) en la interacción de las mallas de colores con las cepas de *Azospirillum* sp y porcentaje de nitrógeno.

M Cep	Con% N	PFH (g)	PSH (g)	NH	PFR (g)	PSR (g)	LR (cm)	Rend (Ton ha <sup>-1</sup> )
B 0	100	255.42 c	20.30 c	21.00 bc	15.00 f	2.46 de	22.00 f	20.43 c
B 5	25	247.22 c	19.84 c	20.00 c	17.00 f	2.58 d	20.80 f	19.77 c
B 5	50	246.44 c	19.30 c	20.80 bc	7.98 f	0.82 f	24.40 ef	19.71 c
B 5	75	235.58c	17.84 cd	20.60 bc	6.38 f	0.78 f	25.80 de	18.84 c
B 5 Y 7	25	183.16 e	18.30 cd	24.00 b	15.40 f	2.58 de	28.00 cd	14.65 e
B 5 Y 7	50	259.10 c	22.98 bc	18.20 cd	9.04 f	0.84 f	26.40 de	20.72 c
B 5 Y 7	75	240.24 d	17.58 cd	23.60 b	15.00 f	0.86 f	26.00 de	19.21d
B 7	25	221.68 d	16.40 cd	25.00 b	14.80 f	1.60 ef	22.80 f	17.73 d
B 7	50	310.60 b	24.60 b	21.00 bc	14.92 f	2.12 e	25.00 e	24.84 b

B 7	75	199.20 e	19.66 c	21.40 bc	7.40 f	0.80 f	29.40 c	15.93 e
B Sp7	25	287.74 c	21.24 c	16.00 d	23.20de	2.00 e	27.80 cd	23.01 c
B Sp7	50	201.64 de	16.22 cd	17.20 cd	9.62 f	1.30 ef	24.60 e	16.13de
B Sp7	75	255.42 c	17.50 cd	26.80 ab	12.00 f	1.18 f	26.40 de	20.43 c
C 0	100	227.96 d	19.92 c	24.40 b	29.86 d	1.96 e	22.40 f	18.23 d
C 5	25	169.94 e	11.20 de	27.00 ab	31.52 cd	2.40 de	25.00 e	13.59 e
C 5	50	249.28 d	16.16 cd	26.20 ab	48.60 b	3.24 d	26.40 de	19.94 d
C 5	75	193.66 e	14.82 d	24.80 b	29.96 d	1.78 e	27.40 d	15.49 e
C 5 Y 7	25	309.14 b	19.32 c	25.60 b	35.92 cd	2.34 de	24.80 e	24.73 b
C 5 Y 7	50	246.90 d	17.17 cd	25.60 b	43.04 bc	3.10 d	27.80 cd	19.75 d
C 5 Y 7	75	249.88 d	17.02 cd	25.00 b	35.00 cd	2.22 e	26.00 de	19.99 d
C 7	25	205.26 d	15.12 d	29.80 a	35.60 cd	2.98 d	22.80 f	16.42 d
C 7	50	295.64 c	20.72 c	23.00 bc	48.40 bc	3.12 d	22.40 f	23.65 c
C 7	75	259.38 c	16.30 cd	28.60 a	58.20 a	6.24 a	23.20 f	20.75 c
C Sp7	25	288.96 c	18.54 cd	26.40 b	40.50 c	3.00 d	25.20 e	23.11 c
C Sp7	50	255.62 c	17.58 cd	26.40 b	46.40 bc	3.20 d	24.80 e	20.44 c
C Sp7	75	225.02 d	16.04 cd	20.40 c	32.20 cd	5.00 b	21.80 f	18.00 d
N 0	100	208.80 cd	16.54 cd	17.60 cd	13.40 f	1.12 f	21.20 f	16.70 cd
N 5	25	148.98 f	9.22 f	23.00 bc	19.20 e	1.50 ef	31.20 b	11.91 f
N 5	50	261.02 c	17.16 cd	22.60 bc	33.40 cd	2.66 de	26.60 de	20.88 c
N 5	75	295.30 d	15.54 d	19.40 c	21.00 e	1.66 ef	30.40 bc	23.62 d
N 5 Y 7	25	173.98 d	16.86 cd	21.00 bc	28.00 de	2.56 de	28.00 cd	13.91 d
N 5 Y 7	50	284.24 c	22.62 bc	26.60 ab	41.00 c	1.22 f	25.40 e	22.73 c
N 5 Y 7	75	232.40 d	19.40 c	20.60 c	34.02 cd	1.04 f	27.40 d	18.59 d
N 7	25	252.92 c	12.96 de	19.60 c	23.20 de	1.98 e	32.80 a	20.23 c
N 7	50	280.24 d	19.72 c	18.60 cd	19.40 e	1.20 f	30.00 bc	22.41 d
N 7	75	322.94 b	19.72 c	23.00 bc	23.40 de	1.60 ef	24.80 e	25.83 b
N Sp7	25	274.26 c	11.12 e	23.20 bc	31.40 d	2.62 de	28.60 c	21.94 c
N Sp7	50	333.80b	17.50 cd	20.20 c	35.53 cd	2.40 de	25.80 de	26.70 b
N Sp7	75	290.44 c	25.34 b	21.40 bc	14.59 f	1.00 f	25.40 e	23.23 c
R 0	100	415.76 ab	17.54 cd	18.80 cd	32.60 cd	2.56 de	26.80 d	33.26 ab
R 5	25	314.10 b	22.70 bc	22.40 bc	28.42 de	1.92 e	24.20 ef	25.12 bc
R 5	50	451.70 a	29.70 a	21.00 bc	20.86 e	4.60 bc	25.80 de	36.13 a
R 5	75	343.30 ab	26.00 ab	22.80 bc	22.44 de	4.20 c	29.00 c	27.46 ab
R 5 Y 7	25	321.82 b	22.02 bc	23.00 bc	34.00 cd	2.94 d	24.60 e	25.74 b
R 5 Y 7	50	387.24ab	22.00 bc	25.20 b	31.68 cd	3.86 c	28.00 cd	30.97 b
R 5 Y 7	75	339.42 b	29.10 a	22.40 bc	24.80 de	1.84 e	27.60 cd	27.15 b
R 7	25	353.64 ab	21.62 bc	25.00 b	31.40 d	4.38 bc	29.40 c	28.29 ab
R 7	50	381.68 ab	22.40 bc	23.00 bc	43.40 bc	1.46 ef	24.60 e	30.53 b
R 7	75	283.50 c	25.34 b	20.00 c	26.00 de	4.00 c	27.20 d	22.68 c
R Sp7	25	397.92 ab	26.23 ab	21.00bc	23.56 de	1.80 e	22.20 f	31.83 b
R Sp7	50	294.84 c	22.45 bc	23.40bc	24.86 de	1.78 e	26.00 de	23.58 c
R Sp7	75	280.44 c	22.38 bc	22.00 bc	22.44 de	1.60 ef	26.20 de	22.43 c

Los valores que presentan la misma literal en cada columna son iguales entre sí (Tukey al 0.01). PFH = Peso fresco de hojas. PSH = Peso seco de hojas. NH= Número de hojas. PFR= Peso fresco de raíz. PSR = Peso seco de raíz. LR= Longitud de raíz. M= Malla. CEP = Cepa. CON = Concentración de nitrógeno. B = Blanca. C = Cielo Abierto. N = Negra. R = Roja.

### Conclusiones

La combinación de malla sombra de color rojo + cepa 5 de *Azospirillum* + 50 % N produce plantas de lechuga con mayor peso y rendimiento, reduciendo el 50% de fertilizantes nitrogenados. En relación al mayor número de hojas la combinación de Cielo abierto + cepa 7+ 25 % de N. Para los pesos de raíz la misma combinación excepto el contenido de nitrógeno con 75 % y finalmente la longitud de raíz con malla negra C7+ 25 % de N, por lo que la cepa 7 puede utilizarse como enraizador.

### Recomendaciones

Es importante señalar que se deben seguir realizando estudios con bacterias fijadoras de nitrógeno en diferentes cultivos para poder estandarizar la concentración de inóculo bacteriano y la concentración de nitrógeno que se ahorra en fertilizante químico.

### Referencias

- Di Barbaro G, S Pernasetti, A Stegmayer). "Evaluación del efecto de *Azospirillumbrasilensis* en la germinación y emergencia del pimentonero (*Capsicum annuum* L. Var. Trompa de elefante)". Cizas. Vol.6, 2005, 75-85
- Elad Y, Y Messika, M Brand, D David, A Szejnberg."Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (Leveillulataurica).Phytoparasitica" Vol 35, 2007, 285-299
- Mendoza H. J.M "Diagnostico Climático para la zona de Influencia inmediata a la UAAAN". Departamento de agro meteorología saltillo Coahuila. 2009.
- Mendoza R, F Martínez, V Rodríguez, A Benavidez. " Biofertilización con *Azospirillum* en trigo". En: Artículos en extenso. Avances en la ciencia del suelo. XXXIV Congreso Nacional de la ciencia del suelo. Edición de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo, A.C. 2009, p. 16-614..
- Ribaudó C, E Krumpholz, R Cassan, M Cantore, J Cura ." *Azospirillum* sp. Promotes Root Hair Development in Tomato Plants through a mechanism that Involves Ethylene". Journal of Plant Growth Regulation. Vol 24, 2006, 175-185..
- Rueda E, M Tarazón, J Barrón, F Corral, B Murillo, J García, E Troyo, R Holguín, JLarrinaga, Y Bashan, E González, M Puente, J Hernández. " Bacterias promotoras del crecimiento de plantas: Biofertilizantes en la producción de halófitas con potencial agroindustrial y especies forestales nativas de ambientes árido-salinos" *En:* Lira-Zaldívar, R. H. y Medina-Torres (Ed.) Agricultura Sustentable y Biofertilizantes. Editorial Serna. Monterrey, Nuevo León, México. 2007, 152-168.
- SAGARPA-SIAP . "Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Avance de siembras y cosechas". Resumen nacional por estado, otoño – invierno, riego + temporal, lechuga.2011, 1.
- Sánchez C, y E. Escalante . "Hidroponía. Principios y métodos de cultivo" tercera reimpresión, imprenta de la Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de México. 2006, 10-194.
- Sánchez T. " Evaluación de la calidad de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) respecto a su contenido de nitratos y materia seca". Revista de la facultad de Agronomía UNLPam Vol 21, 2010, 29-36
- SAS. Programa estadístico, 2009.
- Scarascia G, G Vox, E Schenttini. "Radiometric properties of coloured nets for peach tree protected cultivation". Belgirate.2011, 22-24.
- Shahak Y, K Ratner, Y Giller, N Zur, E Or, E Gussakovsky, R Stern, P Sarig, E Raban, E Harcavi, I Doron, Y Greenblat-Avron. "Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photosselective netting".Acta Horticulturae. Vol 772, 2008, 65-72.
- Stamps R ."Differential effects of colored shade nets on three cut foliage crops".Acta Horticulturae. Vol770 2008, 169-176.



# IMPLEMENTACIÓN DEL SMED EN MÁQUINAS DE CNC

MANCP. Manuel Meraz Méndez<sup>1</sup>, MER. Flavio Armando Morua García<sup>2</sup>

**Resumen**—En el presente artículo se describe la metodología para implementar el SMED (Single Minute Exchange of Die) en máquinas de CNC, como una herramienta poderosa utilizada para el cambio rápido de herramientas y ajustes, que tiene como fin lograr la reducción de tiempos muertos en el cambio entre pieza y pieza o en nuevos modelos, con ello se logra reducir el tiempo de ciclo de producción requerido para transformar la materia prima en producto terminado y reaccionar más rápido a los requerimientos del mercado, teniendo beneficios en el incremento de la productividad, estandarización de procesos, reducción de fatiga en los trabajadores y avance tecnológico en sus procesos.

**Palabras clave**— Maquinado, CNC, SMED, herramientas, ciclos de producción.

## Introducción

En la manufactura moderna de industrias importantes como la automotriz y la aeroespacial, el maquinado por CNC (Control Numérico Computarizado) es cada día más empleado logrando así productos con altos volúmenes de producción, mayor precisión, complejidad y calidad. Es por ello que en los procesos de maquinado por CNC se tiene la necesidad de acortar los tiempos de ciclo, ya que cada vez que se termina el mecanizado de una pieza y se ajusta la siguiente en la máquina para iniciar con el programa de maquinado, existen tiempos muertos en la realización de los ajustes de sujeción, centrado y localización del cero pieza ( $G54 X_0, Y_0, Z_0$ ). Esto origina una problemática, la cual se ha incrementado, generando excesivos tiempos muertos en el cambio de pieza o nuevo modelo, además de identificar en los trabajadores que ejecutan la tarea, molestia y desagrado por el trabajo tan repetitivo, incluso se llega a la conclusión de que cada pieza es diferente una de otra lo cual consume un excesivo tiempo en la fijación, centrado y localización del cero de trabajo, la metodología SMED es una herramienta que puede reducir al máximo el tiempo para fijar y centrar la pieza siguiente a maquinar, logrando minimizar en promedio el tiempo de cambio en menos de 2 minutos.

El SMED (Single Minute Exchange of Die) es una herramienta que fue desarrollada por el Ingeniero Mecánico Shigeo Shingo para acortar los tiempos de cambios de herramienta en las máquinas durante la fabricación de productos de diferentes especificaciones en una misma línea de producción; con esta herramienta se logra simplificar las actividades realizadas durante los cambios involucrando el factor humano para trabajar de una manera más inteligente con el menor esfuerzo posible. Según Shigeo Shingo, del total del tiempo requerido desde la salida de la última pieza buena del lote anterior, al inicio del mecanizado de la primera pieza del lote siguiente, el paso uno consume 30 % del tiempo total del cambio; el paso dos 5 %, el paso tres 15 %, y el paso cuatro, el restante 50% (Shigeo, S. 2003).

Shigeo Shingo descubrió en 1950, que había dos tipos de operaciones a estudiar:

- Operaciones Internas: Aquellas que deben realizarse con la máquina parada, como montar o desmontar dados.
- Operaciones Externas: Pueden realizarse con la máquina en marcha, como transportar los dados usados al almacén o llevar los nuevos hasta la máquina. El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y buscar la manera de convertir operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible. Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. Lo que se busca al estandarizar las operaciones es, que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

## Descripción del Método

<sup>1</sup> MANCP. Manuel Meraz Méndez; Profesor de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México [mmeraz@utch.edu.mx](mailto:mmeraz@utch.edu.mx) (Autor Corresponsal)

<sup>2</sup> MER. Flavio Armando Morua García; Profesor de Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México [fmorua@utch.edu.mx](mailto:fmorua@utch.edu.mx)

En las máquinas CNC, los programas de mecanizado se pueden optimizar poco para acortar los tiempos, debido a que los parámetros de corte, movimientos y secuencias de operaciones ya están diseñados y preestablecidos, una forma de acortar estos tiempos sin modificar el programa es implementar la metodología SMED, la cual presenta dos alternativas (Lecanda, 2015):

1. Dispositivo de fijación, también conocido como *fixture* para una sola familia de productos.
2. Existencia de un segundo set e dispositivos de sujeción para el cambio rápido a otro modelo.

Para el primer caso, se tiene productos con características similares, en este caso el dispositivo es un *fixture* que se adapta de tal manera que la fijación de la pieza es basada en su forma geométrica externa sobre topes y guías, logrando así una fijación inmediata (Figura 1.), de esta forma se eliminan los tiempos de centrar y localizar el cero pieza (G54 para máquinas de CNC con control Fanuc), la fijación ocurre con mordazas y prensas que pueden ser neumáticas o hidráulicas, este dispositivo de sujeción *Fixture* permanece siempre sujeto en la mesa de la máquina y ocasionalmente es intercambiado.

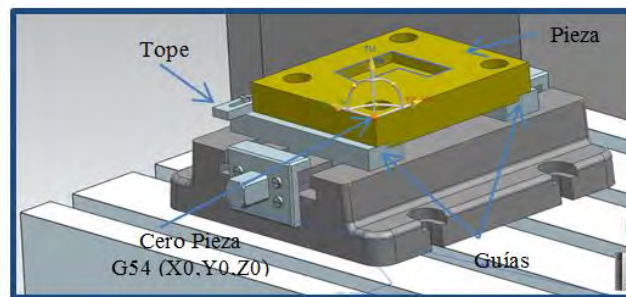


Figura 1. *Fixture* para geometrías sencillas.

Para el segundo caso, el dispositivo de fijación se utiliza para piezas con bajos niveles de producción o geometrías muy difíciles (Figura 2), el cambio de pieza se hace mientras la máquina de CNC está trabajando y el operador hace el ajuste y centrado de la pieza número 2 en un segundo dispositivo al exterior de la máquina, de tal manera que cuando se termina el proceso de mecanizado de la primera pieza el operador simplemente libera las mordazas, retira el fixture anterior y coloca el siguiente fixture en la posición correcta mediante topes y guías localizados sobre la mesa o bancada de la máquina y se cierran las mordazas, de esta manera se garantiza que el cero pieza sea automático y se pueda continuar de manera inmediata con el mecanizado de la siguiente pieza.

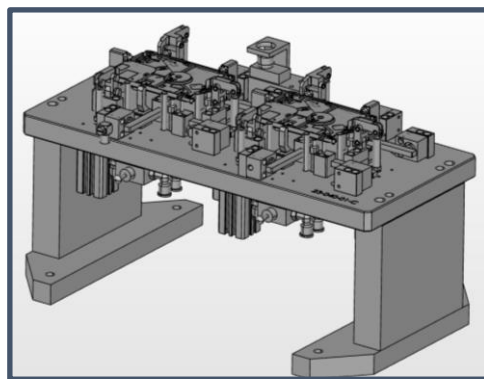


Figura 2. *Fixture* para geometrías muy difíciles.

Con estos dos procedimientos se reduce de manera drástica los tiempos muertos entre pieza y pieza o cambio de modelo.

La metodología SMED aplicada a máquinas de Control Numérico Computarizado consta de 6 pasos los cuales se describen en la Figura 3

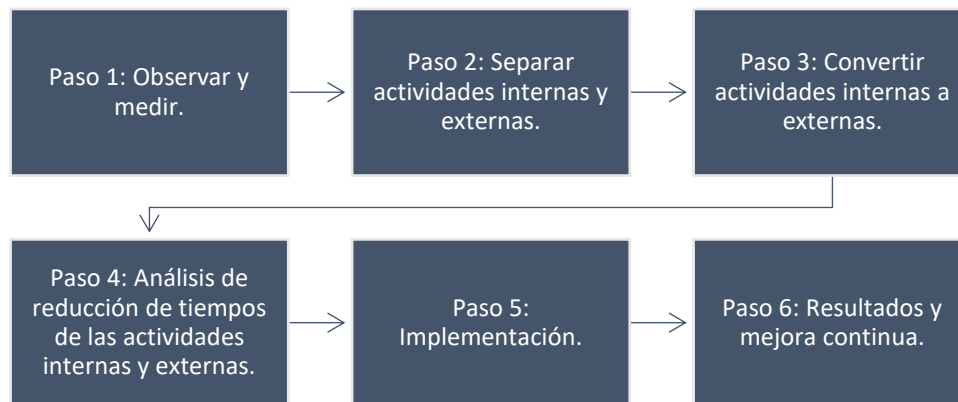


Figura 3. Pasos para implementar el SMED en máquinas de CNC.

**Paso 1: Observar y medir.-** en esta fase se determina un plan de trabajo en el cual se constituye el equipo de trabajo formado por personas con conocimientos en el método SMED y personas especializadas en la maquina y sus operaciones, también es recomendado incorporar especialistas en seguridad e higiene y responsables de producción o mejora continua.

Para iniciar esta fase de observar y medir se selecciona una prueba piloto y se analiza la secuencia de operaciones en el maquinado, se detectan las operaciones internas y externas midiendo así los tiempos en cada operación. Una ayuda muy fundamental resulta ver el formato de Hoja de proceso Figura 4, en el cual se puede identificar de manera rápida estas operaciones y comparar los tiempos previamente ya medidos.

iobis		TR-314001	CLIENTE						
NOMBRE PIEZA		01 PLACA PORTAHEMBRA							
FECHA		15/06/2014							
OBSERVACIONES									
SUJETAR A MESA ORIGEN MECANIZADO XY DISTANCIA MEDIA ENTRE CENTROS Z, CARA SUPERIOR									
MEDIDAS MATERIAL / NOTAS									
DESBASTES FRESA D63 R6: PROGRAMAS EN "F01-tr_314001_porta_hembra01_NC FLT"									
<b>PORTA HEMBRA</b>									
Nº PROGRAMA	FASES	TIEMPO	HERRAMIENTA	Z MIN	PASO Z	PASO XY	OFFSET	F AVANCE	S r-p.m.
214001	DESBASTE	1,00	D63R6	-28	0,5	37	2	2000	2000
214002	DESBASTE	6,00	D63R6	-88,44	0,5	37	2	2000	2000
214003	DESBASTE	10,00	D63R6	-117,50	0,5	37	2	2000	2000
214004	DESBASTE	2,30	D32R6	-80,00	0,5	37	2	2000	2000

Figura 4. Formato de hoja de proceso maquinado por CNC.

Fuente: Mecanizado CAM / CAE | Molditec

**Paso 2: Separar actividades internas y externas.-** en esta fase se continua con un análisis critico determinando que operaciones se pueden hacer con la maquina detenida y cuales con la maquina en marcha. En la tabla 1 se pueden observar las actividades del proceso que más tiempo necesitan para ser realizadas, por lo que siguiendo la metodología que la filosofía SMED nos indica que es necesario convertir actividades internas en actividades externas.

TABLA DE TIEMPOS EN CAMBIO DE PIEZA		
ACCIÓN	RESPONSABLE / TIEMPO	
	SET UP	PROCESOS
Quitar pieza	3 min	
Limpieza de pieza	1 min	
Colocar y ajustar pieza	3 min	
Localizar cero pieza G54	5 min	
Compensar altura de herramientas G43 H	5 min	
Seleccionar y correr el programa en Single Block	1 min	
Tiempo de operación en el maquinado		17 min
<b>Tiempo total</b>	<b>35 min (Promedio)</b>	

Tabla 1. Tabla de tiempos de cambio de pieza sin SMED

**Paso 3: Convertir actividades internas en externas.-** en esta fase se analiza que actividades que se realizan con la maquina detenida se pueden realizar con la maquina en marcha de esta manera las actividades internas se convierten en externables, eliminando así tiempos muertos en el proceso de mecanizado

TABLA DE TIEMPOS EN CAMBIO DE PIEZA (SMED)			
ACCION	RESPONSABLE / TIEMPO		
	SET UP		PROCESOS
	Internas	Externas	
Quitar pieza	3 min		
Limpieza de Pieza		1 min	
Colocar y ajustar pieza	1 min		
Localizar el cero pieza G54	0 min		
Compensar altura de herramientas G43 H		0 min	
Seleccionar y correr el programa en Single Block		1 min	
Tiempo de operación en el maquinado			17 min
<b>Tiempo total</b>	<b>22 min (promedio)</b>		

Tabla 2. Tabla de tiempos de cambio de pieza con SMED

Como se puede observar en la tabla 2 las actividades externas ya no se contabilizan en el tiempo muerto y con ello el tiempo de cambio de modelo se ve reducido hasta la cifra de 13 min, casi el tiempo promedio de operación del maquinado.

**Paso 4: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas.-** En esta fase se analizan dos aspectos:

- 1.- Mejorables a través de un nuevo método.
- 2.- Mejorables a través de un cambio tecnológico.

**Paso 5: Implementación.-** Ahora que ya se tiene el diseño del *fixture* adecuado para el cambio rápido y definido el nuevo método de cambio de piezas propuesto por el equipo y que ya se tiene el calculo estimado de la reducción de tiempos se debe de poner en práctica el nuevo método con la información y formación de las personas involucradas en las nuevas tareas venciendo las malas actitudes y resistencia al cambio, para ello es necesario gestionar recursos para el nuevo cambio, eliminando las viejas costumbres y métodos de trabajo adquiridos durante años.

**Paso 6: Resultados y mejora continua.-** una vez que ya ha sido implementado el nuevo proyecto y se tienen resultados, el proyecto no se termina ahí, se debe de seguir con la mejora continua de manera cíclica con el objetivo de garantizar la calidad de los productos y satisfacción del cliente.

### Conclusiones

La aplicación de un nuevo método en algunas ocasiones resulta ser rechazado por las personas involucradas en el proceso, existe la resistencia al cambio en la cual es difícil erradicar actividades que se han usado durante años y con una metodología utilizada por costumbre, para que la implementación del nuevo método por SMED tenga éxito es

necesario empezar con la capacitación, para eliminar la confusión y falta de colaboración, también es importante aceptar y apoyar el cambio a través de la implementación de una nueva filosofía y actitud en un sistema de producción ya que al aplicar los principios de SMED se obtendrán ahorros inmediatos en los tiempos de ciclo.

#### *Recomendaciones*

Es recomendado evaluar la factibilidad de la implementación de cualquier herramienta, ya que algunas requieren ciertos niveles de inversión (por ejemplo, capacitación a personal o cambios en las instalaciones), y puede ocurrir que el beneficio obtenido al final del plan de implementación no justifique la inversión realizada.

También para el éxito de la implementación de la metodología SMED en máquinas de CNC se recomienda que la empresa trabaje con las siguientes herramientas y sistemas:

- Implementación de un sistema de gestión de la calidad (SGC)
- Implementación de las 5's
- Implementación de la metodología Lean Manufacturing.
- Implementación de mejora continua, Ciclo Deming, Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA)

#### *Referencias bibliográficas.*

- [1] Shigeo, S. (2003). En *Una Revolución en la producción: el sistema SMED, TGP Productivity* (págs. 3-14). Madrid : S.A. TGP HOSHIN. .
- [2] Lecanda, R. H. (23 de 02 de 2015). *MetalMecanica.com*. Obtenido de <http://www.metalmecanica.com/blogs/SMED-tambien-en-el-control-numeric+103251>
- [3] (s.f.). Obtenido de MOLDITEC, Lideres en fabricación y reparación de moldes.: <http://www.molditec.es/mecanizado-cam-cae/>



# El impacto de los estudios de usuario en la sustentabilidad social

Lucila Mercado Colin<sup>1</sup>

**Resumen.** El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es una metodología desarrollada para llevar a cabo estudios de usuarios de una forma sistémica, en ésta, se relacionan las características de los usuarios con sus intenciones de resolver alguna necesidad mediante el uso de objetos. Dicha aproximación está basada en la inclusión de las personas en las diversas etapas de los procesos de diseño con la intención de garantizar que los resultados del mismo respondan a las necesidades reales de los usuarios. Es el DCU una herramienta para dar voz a las personas considerando su cultura y vida social centrandolo en el usuario final ya que no todas las comunidades son iguales y es necesario involucrar a quienes usaran el producto del resultado del diseño, garantizando procesos de diseño inclusivos al determinar las características que deben poseer los productos diseñados para satisfacer sus necesidades personales y los aspectos socioculturales vinculados con la sustentabilidad.

Introducción.

Actualmente se reconoce que uno de los grandes problemas de la humanidad ha sido desencadenado por el hombre en su afán por satisfacer de una manera desmedida sus necesidades, promoviendo un desequilibrio en el ciclo de explotación-renovación de los recursos naturales.

“En los últimos setenta años, la humanidad se encontró frente a la posibilidad de auto destruirse y a la inédita condición de ser conscientes de ello, de saber que las armas atómicas y las crisis medioambientales no sólo pueden dirigir el camino de la historia, sino también ser el final de la historia misma... Todavía es pronto para decir que este descubrimiento haya cambiado nuestra cultura o para decir qué es lo que la cambiará”. (Vezzoli y Manzini, 2007).

El deterioro del medio ambiente debido a la sobreexplotación de los recursos, la deforestación masiva, el incremento en la contaminación, los gases de efecto invernadero, y entre otros, en lo que compete al diseño, el desarrollo de productos con obsolescencia programada que se acumularan como desecho de forma acelerada. “El problema de los residuos y su eliminación, se ha convertido en un problema global. En la mayoría de los casos los residuos se destinan a rellenos sanitarios que son manejados por los municipios o con un permiso de privatización de los mismos, la otra opción son las incineradoras, las cuales llevan un gran costo ambiental y de salud” (Vargas 2016).

lo anterior ha generado una importante expresión de preocupación en el mundo, sin embargo, “lo extraño es que a esa preocupación debiera corresponder una respuesta en el comportamiento de la gente, la cual permitiera lidiar eficazmente con la crisis generada; sin embargo, a pesar de que las personas manifiestan altos niveles de preocupación por los problemas del entorno ellas no siempre actúan para resolverlos”. Corral (2010).

Estos antecedentes han derivado en la generación de diversas posturas interdisciplinarias observando aspectos filosóficos y metodológicos con el objetivo de impactar positivamente en la problemática sustentable.

A través del uso de herramientas provenientes del Diseño Centrado en el Usuario, es posible aproximarse a los usuarios para obtener valiosa información sobre sus experiencias, es decir, aquello que ha experimentado en su interacción con productos de diseño y que influye en sus hábitos de consumo y uso de productos, lo que contribuye durante el proceso de diseño dando forma a los objetos, de tal manera que estos le sean realmente útiles y satisfactorios a los usuarios, promoviendo un uso más eficiente que promueva re-uso y postergue el desecho de los objetos

## El Diseño Centrado en el Usuario y la Sustentabilidad

Varias son las perspectivas que se han desarrollado en el Diseño con la intención de impactar positivamente en la problemática medioambiental, dichas propuestas han sido formuladas en los diversos ámbitos de aplicación de la disciplina que conectan la producción-el consumo y el medio ambiente. El Diseño verde, que inició el camino al atraer la atención al problema, aunque pronto se evidenció que observaba la problemática de una manera superficial,

<sup>1</sup> Lucila Mercado Colin, es Profesora-investigadora en el Departamento de Teoría y Procesos del Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana- Cuajimalpa. lmercado@correo.cua.uam.mx

básicamente cosmética. Más tarde se desarrolló el llamado Eco-diseño, una herramienta que se concentra en el análisis de los efectos materiales, energéticos y de emisiones contaminantes a través del ciclo de vida del producto. Éste enfoque, sin embargo, no abarca aspectos sociales ni culturales como sí lo pretende atender el llamado Diseño para la sustentabilidad, en el que se aborda la problemática de una forma mucho más holística ya que considera aspectos económicos, ambientales, sociales y culturales.

Las problemáticas medioambientales han atraído a los diseñadores no sólo al campo del desarrollo de estrategias para atacar dicha situación, sino también, al ámbito de los factores humanos al resaltar en las investigación, el papel que juega el usuario en el desarrollo de productos, el consumo y uso de los mismos así como en las posibles alternativas de solución.

En los últimos años la metodología del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), se ha desarrollado como herramienta clave para aproximarse a un diseño sustentable. El DCU es apreciado en este contexto particularmente por su perspectiva sistémica, que permite relacionar las múltiples variables del problema e identificar información emergente a través de observar a los usuarios para definir las experiencias y entender qué hacen, qué usan, qué piensan y qué sienten, visión que abona de diversas maneras a los pilares de la sustentabilidad.

“Como un consumidor co-productor establece relaciones a largo plazo mediante la satisfacción y el servicio, un buen entendimiento del consumidor y sus necesidades genera que éste siga buscando productos del proveedor que lo satisfizo... la co-producción garantiza, además, el mejoramiento continuo del SPS (sistema-producto-servicio) debido a la constante retroalimentación por parte del consumidor sobre el sistema que recibe el productor.” (Boada y Mont 2005).

La sustentabilidad es un concepto amplio y complejo, con vertientes económicas, sociales (culturales) y ambientales fuertemente entrelazadas a través de las interacciones con objetos en la vida cotidiana de las personas. Una línea de desarrollo del Diseño para la sustentabilidad busca entender el fenómeno de la experiencia de los usuarios para modificar o reforzar aquellos vínculos favorables a la sustentabilidad en la relación usuario-objeto, considerando en este nexo desde el placer de la posesión hasta la facilidad de uso sus funciones.

El concepto de *sustentabilidad* considera que es necesario satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras; por tanto es un concepto amplio y complejo, que implica abordar las problemáticas desde una visión temporal tanto a corto como a largo plazo y de manera global, aunque que por su complejidad solo pueda ser confrontada de forma local y temporalmente acotada.

De acuerdo con Corral (2010), la sustentabilidad es concebida como un paradigma, es decir, como una visión global o plataforma de principios generales que pueden permitir entender al mundo y sus problemas y también dar solución a los mismos, considerando la satisfacción de las necesidades de las personas y sus comunidades, promoviendo lo necesario para conservar los recursos naturales y sociales que, como consecuencia, permitirán que los seres humanos del presente y del futuro sobrevivan.

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1987, observó que la transición hacia la sostenibilidad también requiere un cambio en los patrones de consumo. Este hallazgo fue presentado en la conferencia de las naciones unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en junio de 1992. De esta forma quedó establecido que la sostenibilidad hace referencia, económicamente hablando, tanto a la demanda como a la producción.

Una de las alternativas que esta ya en desarrollo es el cambio de paradigma -de lo privado a lo público, del producto al servicio- puede derivar en problemas relacionados con la aceptación del usuario ante la migración de los satisfactores ahora privados hacia productos y/o servicios públicos, donde la propiedad escapa de sus posibilidades y control, atomizándose en múltiples y variados usuarios, con igual número de costumbres. Rodea y Mercado (2012). Sustituyendo la propiedad por la funcionalidad, desmaterializando los productos.

El concepto de desmaterialización es definido como la reducción en términos absolutos de la intensidad de materia usada en las actividades económicas. Boada y Mont (2005)

La desmaterialización surge así como opción de desarrollo ante los limitados recursos del planeta. Ésta es una estrategia de ecoeficiencia que trabajada sistémicamente, buscando cambios profundos y duraderos en los pilares de la sustentabilidad.

Al proponer la generación de satisfactores basados en productos de consumo ya no privados sino públicos, concepto estrechamente ligado a la economía de servicios o la economía funcional, surge la necesidad de valorar la aceptación o percepción del usuario de tales productos para conocer las implicaciones de esa modificación del tipo de uso de los productos –de lo privado a lo público- y focalizar así las oportunidades de mejora que tales propuestas de diseño refieren, evitando a la par posibles motivos de rechazo o desapego de tales propuestas. “...será importante remplazar el consumo privado de bienes con el consumo público, el consumo de servicios o incluso un mínimo o nulo consumo cuando sea posible. Incrementando el apoyo a los parques públicos, librerías, sistemas de tránsito, y jardines comunitarios, muchas de las elecciones por el consumo insostenible pudieran ser reemplazadas por alternativas sustentables- desde el préstamo de libros y viajes en autobús en vez de auto, hasta la siembra de vegetales en hortalizas comunitarias y pasar más tiempo en parques y jardines... Considerar los costos ecológicos y sociales que conlleva el consumismo, hace que tenga sentido el cambio intencional hacia un paradigma cultural donde las normas, símbolos, valores y tradiciones fomenten sólo el consumo necesario para satisfacer las necesidades humanas de bienestar, mientras redirigen más energía humana hacia prácticas que ayuden a restablecer el bienestar planetario” (The Worldwatch Institute).

El diseño de productos se planea el comportamiento de un objeto, la interacción con el usuario, la forma y el tamaño adecuados para tal fin, y por supuesto, los materiales y procesos de fabricación con que estará construido, por su parte, el diseño servicios, y particularmente los sistemas producto-servicio, analizan sí los productos y su comportamiento en el sistema, pero concentra el enfoque en la desmaterialización de dichos productos, procurando en cambio servicios que los suplan y satisfagan las necesidades de los usuarios, en un enfoque que implica cambios sustantivos del sistema económico actual, a una economía funcional, donde los ingresos de las empresas que suministran el servicio provienen no de la transferencia de mercancías (objetos) sino del servicio suministrado (función) al usuario, y donde hay menor impacto ambiental, y mejores resultados sociales y económicos.

### **Sustentabilidad social.**

“El concepto de consumo sustentable se ha hecho popular. Esta noción refleja el uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes durante todo el ciclo de vida, de tal manera que no se ponen en riesgo las necesidades de futuras generaciones”. Salgado-Beltrán (2011). Siendo así, “El consumidor ecológico puede distinguirse como aquel que manifiesta su preocupación por el ambiente en su comportamiento de compra, favoreciendo ante todo productos que sean percibidos como de menor impacto sobre el medio ambiente. Su compra puede definirse como una práctica de conciencia que reduce fuentes de desperdicio y promueve el reciclaje y la reclamación de materiales comprados, sin afectar de manera adversa los requerimientos de ejecución de tales materiales”. Min y Galle (2001).

Por casi dos décadas se conceptualizó la sustentabilidad con “tres” pilares: los aspectos económicos, ambientales y sociales; sin embargo, actualmente la cultura es incluida como el cuarto pilar. Estrechamente vinculados, interconectados e interdependientes, los pilares enuncian grandes ámbitos que deben ser atendidos simultáneamente, mas dependiendo de muy diversos factores, y dada la gran complejidad por lograr un equilibrio en el avance hacia la sustentabilidad, se pueden observar así propuestas con mayor carga medioambiental, cultural, económica o social. De esta última destaca el concepto de sustentabilidad social, que hace referencia a la diversidad de relaciones sociales que se establecen en una comunidad sustentable.

“La sustentabilidad social puede ser definida como el proceso de creación de lugares sostenibles y exitosos que promueven el bienestar, mediante la comprensión de lo que las personas necesitan de los lugares (y de los objetos que usan). La sustentabilidad social combina el diseño de la esfera física con el diseño del mundo social - la infraestructura de apoyo social y la vida cultural, los servicios sociales”. Woodcraft, S. et al, (2011).

Las personas podemos identificarnos con otros a través de los significados que elaboramos y compartimos alrededor de los objetos. La sustentabilidad social considera como un aspecto importante la cultura, en la cual los significados son compartidos fortaleciendo el sentido de comunidad entre las personas.

La sustentabilidad social a través del desarrollo de comunidades sustentables, considera los siguientes aspectos:

- Servicios y estructura social. Establece como factor importante la infraestructura física para promover la interacción social.
- Vida social y cultural. La fragmentación cultural ha hecho perder importancia a la vida social, es necesario que las comunidades culturales se reafirmen.
- Dar voz a su participación en la definición de las características que deben poseer los espacios, servicios y productos diseñados para satisfacer sus necesidades.
- Centrar el diseño en el usuario final ya que no todas las comunidades son iguales y es necesario involucrar a quienes usaran el producto del resultado del diseño, garantizando procesos de diseño inclusivos.

“Con esta visión se conecta a quienes usan la infraestructura social para fomentar espacios propicios para la vinculación cultural y social, y se generan procesos que incluyen y permiten expresar su voz, señalando cuáles son sus deseos, necesidades y motivaciones en los procesos de desarrollo de la infraestructura social o en la generación de objetos mediadores de las actividades de la vida social.”

La Cultura y la voz de los usuarios al demandar atención sobre sus necesidades, son dos factores que determinan las características de su experiencia simbólica, definida por la interpretación que hace desde su contexto social e individual a partir de los cual se construye la identidad de una persona, es decir el lado subjetivo de la cultura.

La cultura es la organización social del sentido, interiorizado de modo relativamente estable por los sujetos en forma de esquemas o de representaciones compartidas, y objetivado en “formas simbólicas”. Para Clifford Geertz (1997), la cultura contiene una serie de elementos simbólicos que sirven para controlar la conducta. Dichos elementos no corresponden a elementos concretos en una sociedad, ni a cuestiones en relación directa al individuo, sino a la manera en que las personas dan un valor o reconocen como legítimo los signos o símbolos compartidos en una cultura, apropiándose o sentando su identidad en ellos. Esto elementos simbólicos, por ende, son los que permiten una verdadera integración social.

Otro elemento fundamental para entender la relevancia de la integración de aspectos abordados por el DCU, particularmente en la aproximación sistémica al Usuario, y que está íntimamente ligado con la Cultura como organización social, pues tiene injerencia en ésta (y viceversa) en ésta es el concepto de experiencia.

La experiencia puede ser definida como:

- a) Un proceso subjetivo, ya que interviene la historia individual, donde los acontecimientos previos son asimilados y por lo tanto, el significado también será individual.
- b) Un proceso holístico, entendiéndose como la relación entre el sistema afectivo (emociones), cognitivo (la percepción, la atención) y motor (la interacción física) del individuo,
- c) Un proceso consciente en el que el individuo racionaliza lo que está viviendo.

El sujeto o el yo nunca se encuentra determinado por lo biológico hasta tal punto que la historia humana pueda predecirse o explicarse, como tampoco existe un vector determinista que apunte desde ciertos fenómenos “naturales” y estáticos, ni con una orientación unívoca a la experiencia humana. Por otro lado, el rechazo de este determinismo biológico no se basa en la creencia de que los seres humanos apenas están determinados sino, más bien, en la idea de que están excesivamente determinados (es decir, contruidos) por un discurso social y/o unos hábitos culturales.

Strawson (1992) considera que las experiencias deben su identidad a la “persona” que las tiene. Esta tesis supone que aquello que determina a las experiencias como lo que son es que hayan sido necesariamente tenidas por una “persona” determinada. Por eso, las experiencias deben su identidad necesariamente a esa “persona”. La identidad del sujeto de las experiencias se transfiere a las experiencias tenidas por ese sujeto de experiencias. A su vez, este carácter de dependencia necesaria respecto al sujeto de experiencias, implica que no pueda haber experiencias sin sujeto y que las experiencias que tiene un sujeto no podrían haber sido tenidas por otro sujeto, lo que referido al ámbito del Diseño, muestra el equívoco de diseñar sin tomar en cuenta a los usuarios. El diseñador no posee las experiencias del usuario.

Actualmente en el ámbito del Diseño, el estudio de la dimensión afectiva (emociones, estados de ánimo y sentimientos) y cognitiva es cada vez más frecuente. La satisfacción de uso de los productos y servicios y sistemas es un tema que crece en importancia pues ha demostrado tener un impacto relevante en los resultados obtenidos. No obstante, para abordar estos aspectos es necesario conocer de manera puntual a los usuarios a través de sus características físicas, sociales, cognitivas y afectivas las cuales se manifiestan en el comportamiento y la actitud de las personas durante su interacción con los productos de diseño. Tales características son determinantes en la adquisición (o no) y consumo (adecuado o inadecuado) mismo de dichos productos o servicios. El estudio de dicha interacción permitiría identificar los estímulos que predisponen a las personas hacia determinadas actitudes, comportamientos y motivaciones de uso y compra de productos y servicios específicos, todo ello abonando de manera muy importante al proceso de cambio de paradigmas, dirigidos hacia otros más sustentables, como pudiera ser el promovido por la desmaterialización de los productos.

### **Diseño centrado en el Usuario (DCU) y su aplicación como herramienta del Diseño para la sustentabilidad.**

A través de la aplicación de herramientas provenientes del DCU, es posible aproximarse a los usuarios para obtener valiosa información que permita conocer sus motivaciones respecto a sus hábitos de consumo y uso de productos, con la intención de que ello contribuya en la determinación de las características de los objetos, de tal manera que estos le sean realmente útiles y satisfactorios, postergando el desecho de los objetos, siendo éste entre otros efectos, una estrategia de diseño para la sustentabilidad. Desde la década de los 80's el Diseño se ha enriquecido con la suma de diversas disciplinas y técnicas que estudian la interacción los usuarios con los productos de diseño. Cada una de las diferentes perspectivas enfocan su interés sobre alguna dimensión humana particular ya sean procesos cognitivos, emociones, físicos o sociales, etc. Para ello se aplican métodos y técnicas que permiten obtener datos de tipo cualitativo o cuantitativo dependiendo del problema a observar. Sin embargo, estas visiones a pesar de sus diferencias, comparten una serie de características que han permitido agruparlas bajo el concepto de DCU.

La inclusión de los usuarios a los procesos de diseño ha sido paulatina, y se ha dado en diferentes niveles que van de integrarlos únicamente en las etapas de indagación o evaluación hasta su integración a los grupos de desarrollo. La posibilidad de trabajar cercanamente con los usuarios se ha traducido en un incremento del conocimiento sobre las motivaciones y necesidades de los usuarios, impactando de manera positiva en la búsqueda de productos más eficientes, eficaces y satisfactorios, promoviendo la seguridad, satisfacción y facilidad de uso, objetivos primordiales del DCU. Tal calidad de los productos también coadyuva a que los usuarios tengan mayor apego a los productos con que interactúa, facilitando nuevamente la prolongación de la fase de uso del ciclo de vida del mismo, al maximizar por ejemplo, la reparación del producto, pues impacta positivamente en la intención del usuario de realizarla (en vez de adquirir un producto nuevo).

En el DCU se pueden identificar las siguientes características:

- Participación activa de los usuarios.
- Hay un claro entendimiento de las habilidades y conocimientos de los usuarios y las demandas de las tareas: se tiene un real conocimiento del contexto en que el usuario realiza sus actividades.
- Soluciones de diseño iterativo: considerar el uso de prototipos para evaluar la interacción, permitiendo la retroalimentación. Esta característica permite que se lleven a cabo diversos ciclos en los que la evaluación de los productos proporciona información preliminar útil como retroalimentación para el equipo de diseño.
- Estudian con una visión sistémica la interacción de los usuarios con los objetos durante el desarrollo de actividades en entornos de uso específico. Relaciona la información emergente de la relación usuario- objeto-actividad-entorno.
- Estudian las capacidades, limitaciones y necesidades de los usuarios en sus dimensiones física, cognitiva, afectiva, y social basadas en el entendimiento de las actividades del usuario con el producto.
- Integran usuarios finales en diversas etapas del desarrollo de proyectos.
- Evalúan los resultados de lo diseñado.



El DCU permite así generar sistemas eficientes y eficaces que den por resultado productos satisfactorios y útiles para los diferentes tipos de usuarios, y que proporcionen condiciones en las que se disminuyan o eliminen posibles efectos negativos sobre los objetivos de las personas. Para ello es importante considerar diversos factores: las diferencias físicas de los usuarios, sus motivaciones, expectativas, experiencias previas, el tipo de actividades que desarrolla, las características de los objetos mediadores de sus actividades y el entorno específico en el que son llevadas a cabo.

#### Comentarios finales

La preocupación por el medio ambiente y por el desarrollo de diversas prácticas que tienen como objetivo el conocimiento de los usuarios ha fomentado, desde varias décadas atrás, un importante desarrollo en las metodologías de trabajo que permitan la participación del usuario en los proyectos de diseño para la sustentabilidad.

Es importante la participación de las personas en todo aquello que pretenda tener impacto en la disminución de la problemática medioambiental que, aunados a herramientas de Ecodiseño por ejemplo, permiten abordar más ampliamente los problemas complejos que significa la sustentabilidad. En los últimos años la preocupación de diversos grupos, organizaciones e individuos es una realidad, es necesaria la educación de diseñadores, consumidores y productores para que el cambio de perspectiva sea realmente extendido a otros grupos, es necesario un cambio de valores, creencias y prácticas del consumidor.

Es necesario el incremento de los segmentos de consumidores que a través del consumo sustentable demanden un mayor número de productos que tengan menor impacto negativo sobre el ambiente, menor gasto energético en su producción y menor consumo de recursos naturales y, por otra parte, algunas propuestas de diseño de nuevas formas de satisfacer las necesidades colectivas de la población, corren el riesgo de tener mala o nula aceptación en su implantación por no considerar cómo estos nuevos satisfactores afectan las características afectiva de los individuos, sean éstos consumidores ecológicos o no. Tal es el caso de los programas de uso compartido de un mismo producto o servicio, donde se detecta en esta estrategia la problemática ligada a la aceptación de los usuarios de este nuevo modo de convivencia con servicios compartidos en vez de productos individuales.

#### Referencias.

- Vargas, T. Basura Cero: Una alternativa sustentable. [http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Basura-Residuos/Basura\\_Cero\\_Una\\_alternativa\\_sustentable](http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Basura-Residuos/Basura_Cero_Una_alternativa_sustentable). Consultada el 13 de Octubre 2016.
- Boada, A. y Mont, Oksana. 2005. Desmaterialización. Sistemas producto-servicio una estrategia diferente de negocios. Universidad Externado de Colombia. Colombia.
- Corral, Verdugo Victor. (2010). Psicología de la Sustentabilidad. Trillas, México.
- Geertz, C (1997). La interpretación de las culturas. Gedisa.
- Min y Galle (2001). Green purchasing practices of US firms. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 Iss: 9, pp.1222 – 1238
- Rodea Chávez Alejandro, Mercado Colin Lucila. A methodology for connecting User Centered Design (UCD) with Eco-design. The possibility of migration of products to services based on the user acceptance. *Work* 41 (2012) 1004-1007, DOI: 10.3233/WOR-2012-0277-1004, IOS Press.
- Salgado-Beltrán, LF Beltrán-Morales (2011), Universidad y ciencia. Factores que influyen en el consumo sustentable de productos en el Noroeste de México. Universidad de Sonora. P. 226.
- Strawson, P. (1992). Individuos: Ensayo de metafísica descriptiva. Taurus.
- Vezzoli C. y Manzini, E (2007), Diseño de productos ambientalmente sustentables. Designio. México.
- Woodcraft, S. Design for social sustainability. A framework for creating thriving new communities. [http://www.futurecommunities.net/files/images/Design\\_for\\_Social\\_Sustainability\\_0.pdf](http://www.futurecommunities.net/files/images/Design_for_Social_Sustainability_0.pdf). Consultada el 18 de septiembre del 2016.
- <http://blogs.worldwatch.org/transformingcultures/wp-content/uploads/2009/11/SOW2010-PreviewVersion.pdf>. Consultada el 13 de Octubre del 2016.

# LA EVALUACIÓN, ACREDITACIÓN Y RE ACREDITACIÓN DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE CONTADURÍA PÚBLICA FISCAL COMO INDICATIVO DE CALIDAD

Dra. Hermelinda Mexia Angulo<sup>1</sup>, MC Isabel Cristina Mazo Sandoval<sup>2</sup>,  
Dra. María Concepción Mazo Sandoval<sup>3</sup> y MC. Mario Soto Velázquez<sup>4</sup> Lic. José Isidoro Rodríguez Espinosa<sup>5</sup>

**Resumen**—El presente artículo muestra el cumplimiento de los indicadores de calidad a través de la evaluación de los organismos externos y el proceso vivido para el logro de las diez categorías exigidas: personal académico, estudiantes, plan de estudios, evaluación del aprendizaje, formación integral, servicio de apoyo para el aprendizaje, vinculación-extensión, investigación, infraestructura y equipamiento, y finalmente gestión administrativa y financiamiento. El propósito es analizar la observancia de las recomendaciones a cada categoría mencionada, así como los puntos débiles que no se han alcanzado, pretendiendo con este estudio estructurar estrategias para acortar distancia entre el puntaje cumplido y el exigido aspirando a otro nivel de acreditación. La metodología adoptada es bajo el enfoque cualitativo a través de un análisis documental de los dictámenes de CACECA, cruzando información de tres momentos: evaluación, acreditación y re acreditación, cuyos resultados muestran el acatamiento de las recomendaciones recibidas así como los compromisos por cumplir.

**Palabras clave**— Calidad Educativa, Acreditación, Evaluación, Organismos Evaluadores

## Introducción

“Educación de calidad, nuestro compromiso” es el slogan que reza nuestra unidad académica, sin embargo nos cuestionamos ¿Qué es calidad educativa? ¿Cuáles son los indicadores que debemos cumplir para ser una Unidad Académica de calidad? ¿Cuáles son los organismos evaluadores que dan la estafeta de escuela de calidad? Las exigencias a nivel nacional e internacional se dan en torno al logro de un dictamen que se entrega a una unidad académica donde se expresa que ha sido evaluada y ha alcanzado un puntaje donde se le reconoce como “acreditada”. Dicha acreditación supone la mejora de manera general en todos y cada uno de los actores y departamentos que componen la estructura de una unidad académica. Ahora, ¿de qué manera la acreditación que otorgan los organismos evaluadores externos ha influido a elevar los índices de calidad de la LCPF (Licenciatura en Contaduría Pública Fiscal)? ¿Cuáles son los indicadores de calidad y que organismos los establecen? ¿Cómo se puede afirmar que ofrecemos educación de calidad?

A través de este documento se pretende dar respuesta a estas interrogantes que nos obligan a cuestionar si realmente el transitar por cada proceso de acreditación y re acreditación de los programas educativos va hacia una mejora en la calidad educativa y por lo tanto en la formación de profesionistas competitivos con el compromiso cumplido ante la sociedad que confía en lo que pregonamos.

A inicios de los años 90 en su mayoría de los países de América Latina se visualizaron grandes cambios en los sistemas de educación superior, dados los procesos inmersos a los que se enfrentan por un lado la globalización y por otro la mercantilización, sin dejar de lado las transformaciones institucionales permitiendo que los mecanismos de acreditación y evaluación se generen, lo anterior puntualizado por Solanas (2011). Donde se enuncia además que la mayor parte de las reformas de los marcos normativos de los países latinoamericanos introdujeron mecanismos de acreditación y evaluación.

La política educativa en México se ha centrado en la búsqueda de la calidad, y desde hace varios años la Universidad Autónoma de Sinaloa, a la cual pertenece la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Tecnológicas (FCEAT) en su plan de desarrollo rectoral contempla la calidad educativa, como una de las áreas prioritarias a atender establecida en uno de sus siete ejes, lo que genera la posibilidad de avanzar a una mejora

<sup>1</sup> Dra. Hermelinda Mexia Angulo es Profesora de Contaduría en la Universidad Autónoma de Sinaloa, [melimexia@uas.edu.mx](mailto:melimexia@uas.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La MC. Isabel Cristina Mazo Sandoval es Profesora de la Universidad Autónoma de Sinaloa, [cristinamazo@uas.edu.mx](mailto:cristinamazo@uas.edu.mx)

<sup>3</sup> Dra. María Concepción Mazo Sandoval es Profesora de la Universidad Autónoma de Sinaloa, [mariamazo63@uas.edu.mx](mailto:mariamazo63@uas.edu.mx)

<sup>4</sup> El MC Mario Soto Velázquez es Profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa. [msoto@uas.edu.mx](mailto:msoto@uas.edu.mx)

<sup>5</sup> El Lic. José Isidoro Rodríguez Espinosa es Profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa, [isidoro98@gmail.com](mailto:isidoro98@gmail.com)

esperada sometiéndose al proceso de evaluación por organismos externos, caso de COPAES (Consejo para la acreditación de la Educación Superior), donde CACECA (Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración), atiende a la LCPF. Este organismo realiza la visita, previa autoevaluación para otorgar dictamen de acreditación por cinco años, expresado en número y porcentajes, este proceso se realiza en las IES (Instituciones de Educación Superior), donde la FCEAT, forma parte de este proceso aspirando a contar con programas de calidad; es decir acreditadas por organismos externos.

Von (2011), señala que no es ningún secreto que el panorama de la educación superior está cambiando, y en este cambio los alumnos exigen cada vez más, además existen ciertas preocupaciones en torno a la calidad de la educación, esto incluye la flexibilidad curricular, así como las competencias profesionales de los sujetos; lo anterior ha permitido el inicio de diversas tareas pretendiendo con ello alcanzar niveles altos de calidad y a la adaptación de funciones de los académicos relativo a sus prácticas en las IES (Instituciones de Educación Superior).

Adicional a lo antes expuesto, Nath (2012), indica que a pesar de todo lo que sucede dentro o fuera de las instituciones educativas, tiene un enlace con la calidad de la educación, como una salida inmediata de los logros de aprendizaje de los alumnos, se considera que es el indicador más importante para la comprensión de lo que sucede en el aula, y esto de alguna manera, se refleja al exterior, centrando la atención hacia los programas considerados de calidad, esperando resultados favorables de manera permanente en cada una de las categorías exigidas por los organismos evaluadores. Con ello la Unidad Académica recibe apoyos para la mejora continua, obligando a someterse a dichos procesos por ser la vía más apropiada para la obtención de recursos económicos como universidad pública.

Esto ha generado una dinámica permanente de evidenciar las actividades que se realizan al interior y exterior del programa educativo, donde se observa a la evaluación como una posibilidad de mejora y, con ello Viswanathan, et.al (2012), hacen mención de la importancia que tienen la evaluación de la función del proyecto como curso de planificación profesional, enfatizando en la educación y su influencia política y práctica de planificación caracterizados por el trabajo colaborativo entre los participantes, estudiantes, profesores y miembros de la comunidad que actúan como clientes y/o entrenadores. Con ello, la evaluación difícilmente se puede realizar de manera aislada, se requiere de la cooperación de los miembros de la comunidad escolar.

#### **Descripción del Método**

Para realizar esta investigación se retoma la metodología cualitativa, como lo señalan Taylor y Bodgan (1992), referida al más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos; por lo tanto se ve al escenario como un todo desde una perspectiva holística, donde los grupos no son reducidos a variables, para ello fue necesario recurrir a la revisión de los dictámenes emitidos por CACECA, en los procesos vividos, realizándose un análisis documental de dichos resultados, rescatando cada una de las observaciones emitidas y con ello identificar las atendidas con el grado de cumplimiento alcanzado. Así mismo de las recomendaciones que faltan por atenderse y el compromiso y limitantes para su atención al cien por ciento para que dicho programa educativo sea considerado de calidad de manera permanente y con ello contribuir a elevar los indicadores de la universidad.

#### **Resultados**

El Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración, A.C. (CACECA) como organismo evaluador par contemplaba en el año 2009 en sus indicadores de calidad ocho variables, las cuales debían de revisarse y autoevaluarse para proceder al proceso de evaluación con fines de acreditación.

Cabe mencionar que desde el momento en el que se realizó este primer proceso el programa educativo contaba con la Evaluación por parte de los CIEES (Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior), obteniendo el primer nivel situación que se toma como base para acudir a CACECA.

##### *Acreditación*

Cada una de las variables contemplaba puntajes máximos a ser alcanzados, en ese momento se acredita el programa educativo por cinco años, de manera favorable con sus dos seguimientos; el primero un año y medio después de recibido el dictamen, exigiendo el 40% de avance del cumplimiento de las recomendaciones y el segundo informe tres años después de recibido el dictamen donde se pide el 100% de cumplimiento de las recomendaciones.

El programa educativo de la LCPF, atiende las recomendaciones a las variables para dar cumplimiento aspirando seguir como programa acreditado, actividad apoyada por las diferentes administraciones donde cada cuerpo directivo lo contempla como actividad prioritaria en su plan de desarrollo trianual. Reiniciando labores y rescatando evidencias del trabajo desarrollado para dar continuidad, de ahí que en el cambio de las autoridades administrativas, al momento de asignar nuevo personal para atender estos compromisos ocasiona un nuevo proceso de adaptación y apropiación del proceso de acreditación.

En este sentido las exigencias a las que se enfrentan en este programa educativo genera controversias para alcanzar estos estándares de calidad, vista desde su eslogan “Educación de calidad nuestro compromiso”.

De 2009 a 2015, y una vez que se ha pasado por el proceso de seguimiento a las observaciones de la acreditación, se puede notar que las recomendaciones dadas en ese primer momento y según se observa en el Cuadro 1, las recomendaciones fueron sobre el plan de estudios en los aspectos de curriculum, entorno, relaciones y plan de estudios, así como observaciones en recursos financieros en el proceso de la administración y financiamiento. También el rubro de recursos y eficiencia tuvo relevantes recomendaciones en infraestructura, procesos y equipo, biblioteca y titulación. Un aspecto no menos importante fueron las observaciones en formación integral donde se sugiere la realización de diversas actividades culturales, deportivas, desarrollo empresarial y eventos académico científico.

VARIABLES	ACREDITACIÓN, JUNIO 2009.		
	Puntaje:Indicador Calidad	Observaciones	Recomendaciones a Categorías
1. Profesores	165	2	Asignación de carga, formación, experiencia
2. Estudiantes	215	5	Admisión, perfil, apoyo académico y titulación
3. Programas	253	8	Curriculum, entorno, relaciones, plan de estudios
4. Formación Integral	70	5	Culturales, deportivas, desarrollo empresarial eventos académico científicos
5. Recursos Financieros	91	9	Proceso de la administración, financiamiento
6. Recursos y Eficiencia	110	9	Infraestructura, procesos y equipo biblioteca, titulación
7. Extensión – Investigación	55	8	Publicaciones país y extranjeros, premios obtenidos, normatividad y fondos de investigación y para estancias
8. Información Adicional	41	1	Evaluación periódica del entorno e impacto social
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>47</b>	

Cuadro 1. Variables del Dictamen del comité evaluador de CACECA en 2009. Fuente: Elaboración propia.

*Re acreditación*

Para este proceso, las variables sufren un cambio, pasando a categorías, siendo diez en este momento y los porcentajes de exigencia de cumplimiento se incrementan considerablemente, haciendo este proceso más difícil de cumplir.

Es Enero de 2015, cuando se recibe el resultado de la re acreditación, siendo favorable y recibiendo una serie de recomendaciones en las diez categorías, las cuales se ilustran en el Cuadro 2, encontrando que las recomendaciones más fuertes se hicieron en la categoría de Personal académico en selección, desarrollo, nivel de estudios categorización y, distribución de la carga académica, evaluación y promoción, así como en Plan de estudios en programas de asignatura, contenidos, evaluación y actualización. Continúan las recomendaciones en Gestión Administrativa Y Financiamiento en los aspectos de planeación. evaluación y organización, recursos humanos, administrativos, de apoyo y servicios así como en los recursos financieros.

CATEGORÍAS	REACREDITACION ENERO 2015		
	Puntaje: Indicador Calidad	Observaciones	Recomendaciones a Categorías
Personal Académico	185	8	Selección, desarrollo, nivel de estudios categorización y, distribución de la carga académica evaluación y

			promoción
Estudiantes	130	5	Ingreso estudios de inglés, titulación e índices de rendimiento escolar por cohorte
Plan De Estudios	133	7	Programas de asignatura, contenidos, evaluación y actualización
Evaluación Del Aprendizaje	52	0	Sin observaciones.
Formación Integral	70	3	Actividades deportivas, profesional (académico científicos) orientación psicológica.
Servicio De Apoyo Para El Aprendizaje	53	4	Biblioteca (acceso a la información)
Vinculación Extensión	118	4	Sectores públicos, privados y sociales, seguimiento de egresados, intercambio académico, extensión
Investigación	100	3	Difusión de la investigación e impacto de la investigación
Infraestructura Y Equipamiento	38	4	Infraestructura física y equipamiento (sistemas cómputo adecuados)
Gestión Administrativa Y Financiamiento	121	8	Planeación. evaluación y organización, Recursos humanos, administrativos, de apoyo y servicios, recursos financieros
TOTAL	1 000	46	

Cuadro 2. Variables del Dictamen del comité evaluador de CACECA en 2015. Fuente: Elaboración propia.

#### *Análisis comparativo*

En la categoría de personal académico antes profesores, podemos apreciar que en las evaluaciones realizadas del 2009 y 2015 persisten las recomendaciones realizadas por CACECA en los siguientes rubros:

Selección de personal, en base a lineamientos legales, perfil del profesor para ocupar cargas académicas, la distribución del tiempo asignado para atender las diferentes actividades que tienen que desarrollar los profesores de tiempo completo tales como docencia, investigación y extensión;

Atender los programas institucionales de formación y actualización tanto disciplinar y pedagógica, como practica permanente en la planta académica (profesores de asignatura y de tiempo completo) que participa en este programa educativo considerado como necesario y pertinente sigue siendo primordial.

De la categoría de Estudiantes se tenía contemplado la evaluación de comprensión del idioma del Inglés en el 2009 con un puntaje de 350 puntos y para el 2015, ascendió a 550 puntos del TOEFL, actividad que sigue siendo cuenta pendiente por cumplir.

Persiste la exigencia de un porcentaje de deserción promedio menor del 20% y de acuerdo a nuestras revisiones ha disminuido considerablemente acercándose a este indicador, siendo el 25% hasta julio de 2016.

Los índices de rendimiento escolar por cohorte para lograr la titulación de las últimas tres generaciones exigen el 90% para el 2015. En base a lo anterior, las acciones emprendidas para dar cumplimiento a esta exigencia van por buen camino, dado que las estrategias adoptadas para titularse como son las jornadas de promoción constante de titulación los exámenes internos y externos (EGEL), impulso de elaboración de tesis y la opción por promedio durante lo largo de su carrera ha permitido lograr un 70% en esta última generación (2011-2016).

Categoría de Plan de estudio, denominado para el 2015 y programa de licenciatura para el 2009. Persiste la necesidad de revisión y actualización del plan de estudios, al menos cada tres años indicado en el año 2009 y cada cinco años en el 2015; estas evidencias deberán realizarse de manera colegiada. Con ello la facultad está en proceso de realizar esta tarea necesaria, que aun revisando y actualizando las cartas descriptivas requieren del sustento general de revisión del curriculum.

Exigen la inclusión del idioma inglés como asignatura en el año 2015 que debiera integrarse al plan de estudios, esto permitirá ingresar a la globalización y exigencias del contexto internacional, situación que está en proceso de revisión, evaluación e inclusión con valor curricular.

Efectuar diagnósticos y estudios prospectivos en el mercado laboral en el ámbito local y global de los avances científicos y tecnológicos para evaluar la pertinencia esto está incluido en el año 2015 y para el 2009 indicaba la necesidad de realizar investigaciones documentales y de campo permitiendo determinar el grado de aceptación,



impacto y desarrollo profesional; en este sentido se cuenta con el departamento dentro de la estructura encargado de realizar esta actividad denominado seguimiento de egresados.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

En la FCEAT se encuentran tres programas educativos que CACECA evalúa por pertenecer a las ciencias económicas administrativas entre ellas la Licenciatura en Contaduría Pública Fiscal, objeto de este análisis. Ésta ha transitado por diversas etapas de acreditación con sus seguimientos respectivos y es en 19 Diciembre del 2014, cuando se realiza visita, para obtener la re acreditación y el 06 de Enero del 2015, fecha cuando emiten dictamen favorable por cinco años, indicando dos procesos de seguimiento, con sus recomendaciones respectivas, en donde cada categoría puntualiza el indicador factible a ser mejorado para considerarlo de calidad en base al puntaje estipulado en este consejo.

Sin embargo, en cada categoría de evaluación para la acreditación enunciaba porcentajes factibles de ser alcanzados, una vez que se logran con las acciones emprendidas en el programa educativo evaluado es necesario pasar al siguiente proceso que es la re acreditación donde es preciso realizar una autoevaluación de cada categoría, aspirando a la re acreditación donde en esta etapa el organismo evaluador eleva considerablemente los porcentajes a cumplir en cada categoría, situación que obliga a que el esfuerzo por mantener ese estándar de calidad sea permanente, viéndolo como parte de la cultura de renovación constante.

#### *Conclusiones*

Este análisis desarrollado, nos permite identificar los beneficios obtenidos en los procesos de acreditación, en donde se ha logrado la cobertura de la mayoría de las recomendaciones, pero en las re acreditaciones se eleva el nivel de exigencia, por lo que los programas educativos se ven obligados a desarrollar actividades dirigidas al cumplimiento de los indicadores, para ello se requiere de una adecuada planeación y sistematización de la información con el apoyo de las tecnologías.

Se han realizado acciones que dan otra imagen a la licenciatura. Sin embargo, aún hay mucho por hacer, las exigencias son cada vez mayores, los recursos financieros son limitados para la universidad pública, por lo que se requiere mayor apoyo para dar cumplimiento a cada categoría, lo cual representa un reto a cumplir dado las exigencias de los organismos externos.

#### *Recomendaciones*

Se vive una época de cambios constantes, de una calidad inalcanzable, donde siempre se está en la búsqueda de mejorar, de ofrecer a la sociedad una opción viable de estudio profesional. Consideramos que los procesos de evaluación y acreditación permiten estarnos midiendo con otras universidades nacionales, con miras de pasar a la acreditación internacional, proceso necesario, pero con requerimientos mayores.

Toda universidad debe someterse a la evaluación externa, con fines de acreditación de sus programas educativos y certificación de sus procesos, y lograr poco a poco la calidad prometida que se refleja en las competencias que demuestran nuestros egresados en el ejercicio de su profesión, es decir en su inserción y aceptación en el mercado laboral.

Importante es contar con un modelo de planeación estratégica apoyada en los recursos tecnológicos, donde participen profesores, alumnos, estructura administrativa institucional a nivel unidad académica como a nivel universidad, donde haya apoyo en el logro de los objetivos conjuntos, apropiándose todos del modelo educativo.

Se observa la necesidad de habilitar de manera permanente al personal académico con cursos de formación didáctico pedagógica, disciplinar, en el uso y manejo de las tecnologías de la información, y dominio del modelo educativo.

Incorporar en la trayectoria de la formación profesional del estudiante el dominio de un segundo idioma, fomento de los valores, cultura ambiental y de calidad, así como la certificación de las competencias atendiendo su perfil.

### **Referencias**

Solanas F. "La ley de educación superior en Argentina y la institucionalización de la acreditación universitaria: de los cuestionamientos a las dificultades del cambio" Universidades UDUAL, México, n. 51, octubre-diciembre 2011. Consultado el día 16 de agosto de 2016 en la página de internet: <http://132.248.9.34/hevila/UniversidadesMexicoDF/2011/no51/3.pdf>.

Taylor S. y Bodgan R. "Introducción a los métodos cualitativos". Tercera edición, 2000 Editorial Paidós.

Nath, S. R. "Factors influencing primary students' learning achievement in Bangladesh". *Research In Education*, 2012. doi:10.7227/RIE.88.1.5 Consultado el día 16 de agosto de 2016 en: [https://www.researchgate.net/publication/268747437\\_Factors\\_influencing\\_primary\\_students\\_learning\\_achievement\\_in\\_Bagladesh](https://www.researchgate.net/publication/268747437_Factors_influencing_primary_students_learning_achievement_in_Bagladesh).

Von Lehman, G. “*Planning to Succeed: Meeting the needs of adult students today.*” *Peer Review*, 13(1), 19-22. 2011. Consultado el día 15 de Agosto de 2016 en: <https://www.aacu.org/peerreview/2011/winter/vonlehman>.

Viswanathan, L. Whitelaw, G. S. y Meligrana, J. “ *Evaluating the Role of the Project Course in Professional Planning Education and Its Influence on Planning Policy and Practice*”. *Planning Practice and Research*, 27(3), 387-403, 2012. Consultado el 15 agosto 2016 en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02697459.2012.673329>.

# Diseño del Eje de una Máquina Trituradora de Neumáticos Usados de Desecho (NUD)

Ing. Rodrigo David Meza Córdoba<sup>1</sup>, M.C. Alejandro Palacios Méndez<sup>2</sup>  
Dr. Germán Aníbal Rodríguez Castro<sup>3</sup> y Dr. Alfonso Meneses Amador<sup>4</sup>

**Resumen**—En el presente trabajo, se diseña y analiza una de las piezas mecánicas de una trituradora de Neumáticos Usados de Desecho (NUD) para su posterior construcción. El estudio se enfoca en el análisis del eje sometido a esfuerzos por cargas ejercidas por las cuchillas de corte y el peso de las llantas. La finalidad del diseño es determinar el diámetro mínimo necesario para el eje portador de cuchillas. Los resultados analíticos se comprueban mediante el software de simulación ANSYS con el cual se evalúa y compara si el diámetro del eje calculado es el óptimo. La comparación que se desarrolla en el documento del diámetro mínimo tiene un 10% de diferencia analítico-software lo cual es aceptable para propósitos de diseño.

**Palabras clave**—TRITURADORA, FATIGA, ESFUERZOS.

## Introducción

En nuestro país la gran mayoría de los neumáticos fuera de uso son incinerados o depositados en basureros comunitarios produciendo amenazas para el medio ambiente, esto se debe al gran crecimiento de la industria automotriz que ha derivado en una contaminación irracional de nuestro planeta, el control inadecuado de este producto representa un peligro inminente para la ciudadanía, ya que favorece la reproducción de roedores e insectos. Por tal motivo se propuso dar solución a esta problemática con el desarrollo de este trabajo Diseño y construcción de una máquina trituradora de NUD, con este proyecto se busca reducir el volumen que generan los NUD con el fin de reciclar el caucho con el cual son fabricados y que este material sea reutilizado para otro tipo de aplicaciones, como por ejemplo sería utilizado para capas asfálticas (carreteras, pistas de atletismo, canchas de fútbol), aislantes para vehículos e impermeabilizante para casa habitación, etc. Así se propone una solución a esta problemática mediante el desarrollo de este trabajo de diseño y construcción de una máquina trituradora de NUD donde el eje es la parte esencial y principal del funcionamiento de la misma.

Este tipo de proyectos conlleva una metodología (propuesta por el autor) la cual es necesaria para la correcta construcción de la máquina, la cual consta de los siguientes aspectos enunciados a continuación:

- **Diseño de eje portador de cuchillas.** (en el cual se centra el documento)
- Diseño de cuchillas cortadoras.
- Diseño de engranes para transmisión de potencia.
- Cálculo y selección de rodamientos necesarios para el correcto funcionamiento de la trituradora.
- Cálculo y selección del motor y moto-reductor adecuado para realizar el trabajo de trituración.
- Diseño y selección de tolva de alimentación

La metodología que se emplea para el desarrollo del primer aspecto y centro del presente documento ha sido empleada en varios trabajos, como lo es en el desarrollo de R. A. Gujar, S. V. Bhaskar en 2013 el cual diseña un eje sometido a esfuerzos y utilizo una metodología que facilita el cálculo analítico de esfuerzos desarrollados por este tipo de piezas mecánicas, las simulaciones las realizo en el software ANSYS [4]. Así también, tenemos a M.C. Eduardo Abid Becerra<sup>1</sup> en 2015 propuso una manera de realizar la simulación de esfuerzos en un eje de una trituradora de llantas con el fin de facilitar investigaciones posteriores, dichas simulaciones las realizo en ANSYS.

El presente artículo se organiza por secciones, la sección 2 corresponde a Aspectos metodológicos, la sección 3 a Cálculos paramétricos, la sección 4 a Análisis del eje por elemento finito, la sección 5 a Conclusiones y la sección 6 a Referencias.

## Aspectos metodológicos

Para dar inicio al diseño del eje portador de cuchillas pieza fundamental de la máquina trituradora de NUD, se debe tener presente que el diseño sea funcional para emplear en una trituradora de neumáticos, planteada mediante

<sup>1</sup> Ing. Rodrigo David Meza Córdoba es estudiante del posgrado de la especialidad en Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica rodrigodmcordoba@hotmail.com

<sup>2</sup> El M.C. Alejandro Palacios Méndez es Profesor del posgrado de la especialidad en Ingeniería Mecánica y de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica. ingpalacios10@hotmail.com

<sup>3</sup> El Dr. Germán Aníbal Rodríguez Castro es Profesor Investigador del Instituto Politécnico Nacional. SEPI-ESIME Zacatenco. garodriguezc@ipn.mx

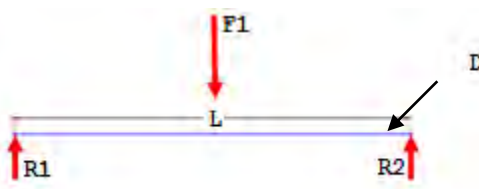
<sup>4</sup> El Dr. Alfonso Meneses Amador es Profesor Investigador del Instituto Politécnico Nacional. SEPI-ESIME Zacatenco. alfonsomen@gmail.com

el método analítico y validada con el apoyo del software de modelado y análisis de elemento finito a fin de cumplir las necesidades de la industria. El procedimiento es el siguiente:

- Se ejecuta el cálculo (o modelado matemático) de manera analítica es decir mediante la formulación ampliamente conocida como lo es el cálculo de esfuerzos, diámetro mínimo requerido, entre los más representativos [1], [2], [3], [5], [6].
- Se plantea el diseño mediante un programa de modelado. Para ello se hará uso del programa SolidWorks.
- El modelo es analizado mediante el programa de esfuerzos internos y análisis de elemento finito mediante la aplicación del programa ANSYS.

*Parámetros iniciales*

Para realizar el cálculo analítico del eje se debe conocer que material se propondrá para la construcción del mismo, también se debe tener una propuesta inicial de diámetro (en esta caso será un diámetro de 100mm), condición necesaria para comenzar las correcciones por factores que afectan la resistencia a la fatiga, de igual manera la longitud es un factor que afecta en este tipo de análisis, por lo que debe tomarse en consideración para la realización completa de nuestro análisis, las consideraciones de inicio se establecen en la figura 1 y tabla 1 de concentrado.



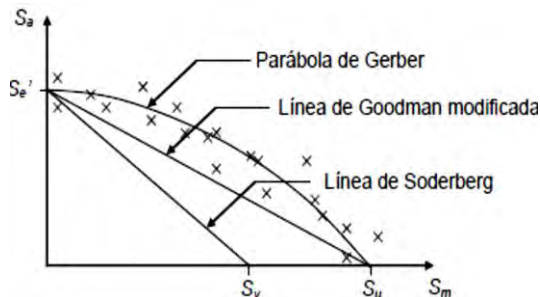
**Figura 1. Sección de corte del eje.**

**Tabla 1. “Concentrado de especificaciones iniciales”**

Parámetro	Definición	Valor inicial
D	Diámetro del eje (mm).	100
F1	Fuerza ejercida sobre el eje (Nm).	19150
R1	Reacción desarrollada por el cojinete 1 (Nm).	9575
R2	Reacción desarrollada por el cojinete 2 (Nm).	9575
L	Longitud se la sección de corte del eje (mm).	720

*Selección del método a emplear*

Para el cálculo del diámetro mínimo necesario se ocupa la línea de falla de Goodman modificado, ya que es considerado el más conservador como se puede ver en la figura 2 la mayoría de las cruces quedan por encima de la línea de Goodman modificado y por lo tanto es el más confiable de los métodos por trabajar con factores de seguridad más elevados que los demás métodos. Así mismo, para este trabajo se considera un factor de seguridad de 3 y 4 para la aplicación en el desarrollo.



**Figura 2. Líneas de falla [1].**

Por consiguiente el método a desarrollar para la determinación del diámetro es; Goodman modificado (Von Mises), se toma en consideración las ecuaciones que este método determina y que son necesarias para la resolución del problema planteado:

$$D = \sqrt[3]{32 * \frac{N_f}{\pi} \left[ \frac{\left( \sqrt{(K_f * M_a)^2 + \frac{3}{4}(K_{fs} * T_a)^2} \right)^2}{S_n} + \frac{\left( \sqrt{(K_{fm} * M_m)^2 + \frac{3}{4}(K_{fms} * T_m)^2} \right)^2}{S_u} \right]} \quad (1)$$

$N_f$  = Factor de seguridad.

$K_f$  = Concentrador de esfuerzo por fatiga.

$M_a$  = Momento alternante (MNm).

$K_{fs}$  = Concentrador de esfuerzo por fatiga a la torsión.

$T_a$  = Torque alternante (MNm).

$S_n$  = Resistencia a la fatiga corregida (MPa).

$K_{fm}$  = Factor de concentración de fatiga al esfuerzo medio.

$M_m$  = Momento medio (MNm).

$K_{fms}$  = Concentrador de esfuerzo medio por fatiga a la torsión.

$T_m$  = Torque medio (MNm).

$S_{ut}$  = Resistencia última de tracción (MPa).

*Resistencia a la fatiga corregida para vida finita e infinita*

Para realizar el cálculo de la resistencia a la fatiga corregida (**S<sub>n</sub>**), se tomaron en consideración los siguientes parámetros que influyen en la resistencia a la fatiga:

- Estado superficial,  $k_a=0.46$
- Tamaño,  $k_b=0.76$
- Confiabilidad,  $k_c=0.753$
- Temperatura,  $k_d=1$
- Cargas,  $k_e=1$

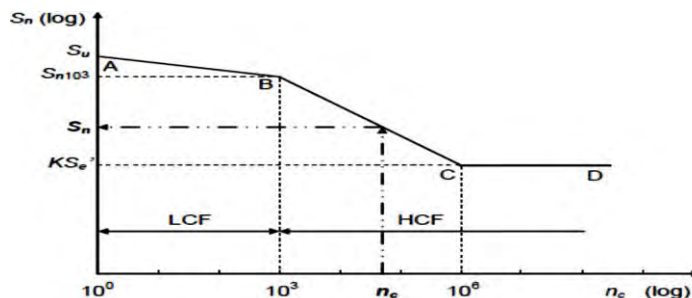


Figura 4. Diagrama Sn-nc [1].

En el figura 4 se obtiene la formula (2) mediante el número de ciclos que realizara el eje en cuestión.

Para este desarrollo no influyen los concentradores de esfuerzos ( $K_f$ ,  $K_{fm}$  y  $K_{fms}$ ); sin embargo, estos son necesarios para la determinación del diámetro, así la fórmula a utilizar para el cálculo de la resistencia a la fatiga corregida para vida infinita es la siguiente:

$$S_n = K S_e' \quad (2)$$

Donde;

$$K = k_a k_b k_c k_d k_e \quad (3)$$

$$S_e' = 0.5 S_u \quad (4)$$

*Selección del material a emplear*

Cuando los criterios de resistencia resultan dominantes sobre aquellos de las deformaciones, puede seleccionarse un acero de mayor resistencia como los aceros aleados SAE 3140, 4140 ó 4340. Se utilizará el acero AISI 4340, se recomienda este tipo de material debido al tipo de aplicaciones que se requiere en el momento de la trituration y este acero es muy utilizado para la construcción de ejes para varios tipos de aplicaciones.



*Propiedades del material*

Las propiedades del material (proporcionados por el programa SolidWorks) necesarias para realizar los cálculos indispensables se detallan a continuación en la tabla 2:

**Tabla 2. Propiedades mecánicas del acero AISI 4340.**

Propiedad Mecánica	Valores
Esfuerzo de tracción ( $S_u$ )	1110 MPa
Esfuerzo de fluencia ( $S_y$ )	710 MPa
Densidad ( $\rho$ )	7850 Kg/ m <sup>3</sup>
Dureza Brinell	275-320

*Parámetros necesarios para el desarrollo del método de Von Mises*

Algunos de los datos necesarios para desarrollar los cálculos se enuncian a continuación en la tabla 3:

**Tabla 3. Datos.**

Dato	Valor
Torque (T)	2872 Nm
Momento máximo ( $M_{max}$ )	2156 Nm
Fuerza (F)	19150

Estos datos fueron determinados por el autor, tomando en cuenta la aplicación que se le dará a este componente y su importancia en la finalidad de la maquina en su totalidad, por tanto para obtener estos resultados intervinieron datos fundamentales como: el peso ejercido por las cuchillas y los separadores de cuchillas y la fuerza que ejercen estas al realizar la acción de triturar, así como el peso que se está proponiendo de las llantas a triturar.

**Cálculos paramétricos**

En esta sección se realizaran los cálculos necesarios para la resolución del método de Von Mises y por tanto la obtención analítica del diámetro mínimo a emplear en el eje en cuestión.

*Esfuerzo máximo ejercido por el eje*

Para la determinación del esfuerzo máximo ejercido por el componente se emplea la ecuación siguiente [1]:

$$S_{max} = \frac{M_{max}C}{I} \tag{5}$$

$$I = \frac{\pi D^4}{64} \text{ y } C = \frac{D}{2} \tag{6 y 7}$$

El esfuerzo máximo se calcula con los datos antes mencionados, por tanto es posible determinar este parámetro, quedando como sigue:

$$S_{max} = \frac{M_{max}C}{I} = \frac{(2156 \text{ Nm})(0.05 \text{ m})}{4.9e^{-6} \text{ m}^4}$$

$$S_{max} = 22 \text{ MPa}$$

Al haber obtenido este parámetro es posible calcular el número de seguridad para esta pieza el cual se realiza con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{S_y}{S_{max}} \tag{8}$$

Así el número de seguridad para nuestro procedimiento analítico es:

$$n = 32$$

*Calculo de la resistencia a la fatiga corregida para vida infinita*

Para realizar el análisis de fatiga como ya antes se mencionó, es necesario determinar “K” el cual es afectado por los factores que afligen la resistencia a la fatiga; ka, kb, kc, kd y ke, empleando la formula (3) antes mencionada:

$$K = 0.26$$

Posteriormente se continúa con el cálculo de la resistencia a la fatiga corregida para vida infinita (2):

$$S_n = 146 \text{ MPa}$$

*Concentradores de esfuerzo (Kf, Kfm y Kfms)*

Para clasificar un acero como endurecido o recocido, puede tomarse como criterio la dureza [1]:

*Recocido ≤ 200HB ≤ Endurecido*

El tipo de chavetero que se selecciono es el de patín por la reducción de esfuerzos que presenta este tipo de chavetas al tener una curvatura en los extremos. El factor  $K_f$  medirá la fuerza de cortadura debido a la torsión producida, por tanto:

$$K_f = 1.6$$

Después calculamos el concentrador de esfuerzo medio ( $K_{fm}$ ), el cual se determina con la siguiente ecuación:

$$Si, K_f S_{max} < S_y \rightarrow K_{fm} = K_f \tag{10}$$

$S_{max}$ =Esfuerzo máximo.

Por consiguiente;

$$K_{fm} = 1.6$$

Por último, se determina el concentrador de esfuerzos cortantes ( $K_{fms}$ ), el cual se determina como sigue:

$$Si, K_f |S_{smax}| < S_{ys} \rightarrow K_{fms} = K_f \tag{11}$$

$S_{smax}$ =Esfuerzo cortante máximo.

$S_{ys}$ =Esfuerzo cortante de fluencia.

Donde;

$$S_{smax} = \frac{16T_{max}}{\pi D^2} \tag{12}$$

$T_{max}$ =Torque máximo.

$$S_{ys} = 0.577S_y \tag{13}$$

Por tanto:

$$K_{fms} = 1.6$$

*Momento medio y Momento alternante*

El momento medio y momento alternante ( $M_m$  y  $M_a$  respectivamente) se determina de la forma siguiente:

$$M_m = \frac{M_{max}}{2} \text{ y } M_a = \frac{M_{max}}{2} \tag{14 y 15}$$

Por lo tanto:

$$M_m = M_a = 1078 \text{ Nm}$$

*Torque medio y Torque alternante*

El torque medio y el torque alternante ( $T_m$  y  $T_a$  respectivamente) se determina empleando las siguientes ecuaciones:

$$T_m = \frac{T_{max}}{2} \text{ y } T_a = \frac{T_{max}}{2} \tag{16 y 17}$$

Por lo tanto:

$$T_m = T_a = 1436 \text{ Nm}$$

*Desarrollo del método y cambio de sección*

Con los datos obtenidos hasta este momento ya es posible aplicar el método por el cual determinaremos el diámetro mínimo, formula que se especifico con anterioridad (1), se toma  $N_f$  con los valores previamente especificados, por tanto resolviendo la ecuación (1), el diámetro para los dos números de seguridad propuestos respectivamente es el siguiente:

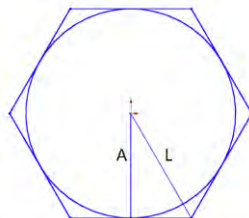
$$N_f = 3 \rightarrow D1 = 85.4 \text{ mm}$$

$$N_f = 4 \rightarrow D2 = 94.0158 \text{ mm}$$

La modelación 3D se simula con el diámetro; sin embargo, este se normaliza por conveniencia (para la obtención comercial de los cojinetes a emplear):

$$D = 94 \text{ mm}$$

Antes, se realizara el cambio de sección necesario para este tipo de aplicaciones, la sección circular cambiara por una sección hexagonal como se muestra en la figura 5 haciendo uso de las fórmulas que se presentan en la figura 5:



**Figura 5. Cambio de sección.**

$$A = \frac{D}{2} \tag{18}$$

$$L = \sqrt{\frac{4A^2}{3}} \tag{19}$$

### Análisis del eje por elemento finito

A continuación se muestra en la figura 6 las condiciones que se tomaron a consideración para determinar el esfuerzo máximo al cual estará sometida la pieza a analizar, como se puede observar en los extremos se simuló los cojinetes los cuales son indispensables para el desarrollo de las actividades que debe realizar esta pieza, actuando en este momento como puntos estáticos los cuales son indispensables para el correcto resultado de nuestro análisis, así también se colocó la fuerza a la cual estará sometido el eje por acción de carga (cuchillas, separadores de cuchillas, el material a triturar y el mismo peso de la pieza) la cual fue colocada a lo largo de la cara donde tendrá efecto esta condición. Para llevar a cabo este análisis se realizó un mallado total a la pieza, sin embargo para que los resultados fueran más precisos se efectuó un refinado en las partes más propensas a desarrollar esfuerzos en la pieza, las especificaciones del mallado son; No. Nodos 4871 y No. Elementos 2391.

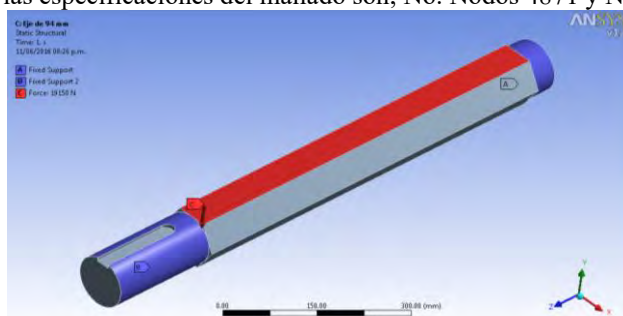


Figura 6. Condiciones de carga.

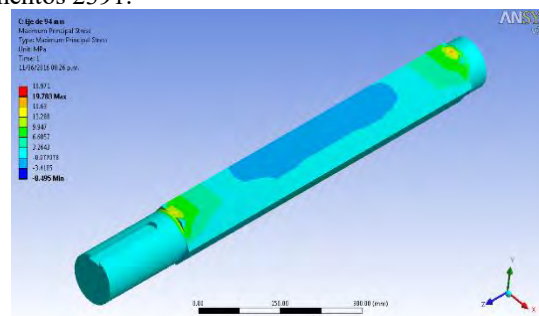


Figura 7. Esfuerzo máximo.

En la figura 7 se visualiza que el máximo esfuerzo se desarrolla en el cambio de sección que posee la pieza (sección circular a sección hexagonal), sin embargo el esfuerzo máximo obtenido mediante este análisis está por debajo del límite de fatiga del material, por consiguiente es posible emplear esta geometría y este material para desarrollar el ensamble final.

### Resultados y comparaciones

Tabla 4 Comparación Analítica-Software

	Procedimiento Analítico	Procedimiento Software
Smax	22 MPa	19.97 MPa
Nf	32	>15
	Vida infinita	Vida infinita

### Conclusiones

Como se puede apreciar en la tabla 4, los resultados obtenidos analíticamente son parecidos a los entregados por el software con 10% de diferencias. Así también los esfuerzos desarrollados son menores al esfuerzo de fluencia, por tanto se puede concluir que el diámetro que se calculó en el documento es indicado para esta aplicación, entonces al realizar su construcción y puesta en marcha soportará las cargas a las que será sometido sin sufrir deformaciones elevadas. Por tal motivo el diseño que se desarrollo es validado.

### Referencias

[1] Faires, V. M. Diseño de Elementos de máquina  
 [2] Joseph Shigley. Diseño de Ingeniería mecánica  
 [3] Robert L. Norton Diseño de Elementos de máquinas  
 [4] R. A. Gujar, S. V. Bhaskar International Journal of Engineering Research Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622, 2013  
 [5] Diseño y construcción de un triturador de llantas, M.C. Eduardo Abid Becerra1, M.C. Marco Antonio Olguín Amador2, M.C. Inés Eduardo Gallegos3, M.C. Eduardo Vega Vázquez, 2015  
 [6] Osgood CC, Fatigue design, Oxford, Pergamon pres, 1982

# INFLUENCIA DE LA POROSIDAD EN LA UNIÓN DE CERÁMICOS AVAZADOS A UN METAL: $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}$ y $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Nb}$

Ing. Quetzalmaflor Miranda Hernández<sup>1</sup>, Ing. Missael Morales Pérez<sup>2</sup>,  
M.I. José N. Ponciano Guzmán<sup>3</sup>, M.I. José J. Tena Martínez<sup>4</sup>, Dr. Leonel Ceja Cárdenas<sup>5</sup>

**Resumen**— Brazing es una técnica de unión en fase líquida que es utilizada para realizar ensambles cerámico/metal. En dicha técnica, la rugosidad presente en el cerámico es un factor determinante para que el ensamble disímil se logre. El siguiente estudio analiza el comportamiento interfacial durante la unión de  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{Cr}_{13}\text{B}_{2.8}\text{Si}_{4.5}/\text{Ti}$  y  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ag}_{72}\text{-Cu}_{28}/\text{Cu}_{70}\text{-Zn}_{30}/\text{Nb}$  utilizando cerámicos con diversos grados de porosidad. Las uniones producidas fueron realizadas a temperaturas de 1000-1160°C por tiempos de 10 a 120 min, bajo una atmósfera de gas inerte (Argón). Imágenes de MEB para el sistema  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}$  revelan que el líquido presente en dicho proceso moja por completo el sustrato de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  promoviendo la interacción disímil. En el caso, del sistema  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Nb}$  se observa que a mayor grado de porosidad, la interacción cerámico/metal ocurre a menor temperatura, debido posiblemente a un efecto anclaje que se origina entre el metal líquido y la superficie cerámica durante el proceso de unión.

**Palabras clave**—Brazing, Unión cerámico/metal.

## Introducción

La alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y el nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) son cerámicos avanzados que han tenido un notable crecimiento en los últimos años, debido a sus excelentes propiedades que los hacen materiales prometedores para un sin número de aplicaciones industriales, no obstante, la dificultad en los procesos de sinterización de componentes cerámicos con geometrías complejas, limita su desarrollo, es por ello que una alternativa para aprovechar al máximo el potencial de estos materiales, es mediante la unión de ensambles cerámico/metal, donde insertos cerámicos pueden ser unidos a componentes metálicos con geometrías complejas en zonas específicas que pudieran estar sometidas a condiciones de trabajo adversas. Es por esta razón, que la unión de estos compuestos cerámicos a diferentes metales, dio inicio a una era de intenso estudio por comprender la interacción que surge entre estos dos materiales de distinta naturaleza, puesto que las crecientes necesidades del sector industrial requieren el desarrollo constante de nuevos ensambles que permitan combinar las propiedades de estos materiales, pero sin comprometer su resistencia mecánica.

Si, bien se han desarrollado diversas técnicas de unión cerámico/metal, tales como: la difusión en fase sólida, el sellado vítreo y el uso de adhesivos, las cuales en algunos casos particulares, han logrado unir de manera favorable este tipo de ensambles, sin embargo, el proceso brazing es una técnica de unión que ha logrado crecer de manera significativa, debido a que permite crear componentes multifuncionales, que han permitido utilizar este tipo de materiales en aplicaciones dentro del sector aeronáutico y automotriz (*S. Hausner & B. Wilage 2013*). El proceso brazing es una técnica que involucra una lámina metálica utilizada como elemento de unión, la cual es colocada entre los materiales a unir, donde un incremento de la temperatura durante el proceso de unión, permite la fusión de la lámina metálica, formando un líquido que se distribuye rápidamente debido a las fuerzas capilares que se generan con las superficies de los materiales base, permitiendo así que el metal líquido interactúe con ambos sustratos y formando lo que se conoce como interfase de unión (*A. Martinelli et al; 2003*). No obstante, esta técnica presenta dos limitantes, la primera es la diferencia en las propiedades físicas, químicas y mecánicas que existen entre los cerámicos y los metales, como lo es la estructura atómica y la diferencia entre coeficientes de expansión térmica (CET) que existe entre estos materiales, esta diferencia puede resultar en aparición de micro grietas a través de la interfase de unión, formadas debido al estrés térmico originado durante el enfriamiento (ver, figura 1), ejemplo de esto es lo reportado por *J. Indacochea et al; 1994*, quienes estudiaron el efecto de la temperatura al unir ensambles de  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ag-Cu-Ti}/\text{AISI 410}$  a temperaturas de entre 840-900°C en lapsos de 6-60 min, ellos observaron la aparición

<sup>1</sup> Ing. Quetzalmaflor Miranda Hernández es egresada de la *Academia de Ingeniería en Materiales* del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [ing.miher@gmail.com](mailto:ing.miher@gmail.com)

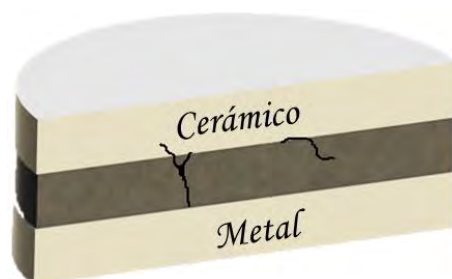
<sup>2</sup> Ing. Missael Morales Pérez es egresado de la *Academia de Ingeniería Mecánica* del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [misa\\_morales93@hotmail.com](mailto:misa_morales93@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.I. José N. Ponciano Guzmán es Jefe de la *Academia de Ingeniería Mecánica* del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [jponciano@itesm.mx](mailto:jponciano@itesm.mx)

<sup>4</sup> M.I. José J. Tena Martínez es profesor de la *Academia de Ingeniería Mecánica* del Instituto Tecnológico de Morelia, México.

<sup>5</sup> Dr. Leonel Ceja Cárdenas es Profesor Investigador del *Postgrado de Ingeniería Mecánica* del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [leocc4@yahoo.com.mx](mailto:leocc4@yahoo.com.mx)

de grietas que se propagaron en forma perpendicular a la interfase de unión, atribuyendo dicho comportamiento al desajuste térmico originado entre los materiales durante el proceso de enfriamiento, además de cambios de fase y modificaciones microestructurales en la interfase de unión, este problema puede ser resuelto usando una aleación de relleno con un alto módulo de elasticidad, el cual absorba el estrés residual durante el proceso de enfriamiento del ensamble, *M. Brochu et al; 2004* reportaron que elementos como el cobre y la plata son materiales ideales para reducir este tipo de tensiones residuales. La segunda limitante es la pobre mojabilidad que existe entre los cerámicos y algunas aleaciones metálicas convencionales. *X. Zhou, et al; 1996*, reportaron que el añadir pequeños porcentajes de elementos activos como: V, Nb, Ta, La, Hf, Ti y Zr en la aleación de relleno, induce la mojabilidad debido a que promueve la reactividad química entre el metal líquido y la superficie cerámica, además de que permite reducir la tensión superficial del líquido y disminuir la energía interfacial sólido-líquido ( $\sigma_{SL}$ ), permitiendo así, un incremento en el trabajo de adhesión.



**Figura 1.** Esquema de la formación de micro grietas en la interfase debido a la diferencia de CET

Algunas investigaciones se centraron en estudiar el comportamiento en la unión de ensambles  $Si_3N_4$ /metal y  $Al_2O_3$ /metal, utilizando metales activos, como es el caso de *Lemus-Ruiz, et al; 2006*, quienes unieron ensambles de  $Si_3N_4$ /Nb/ $Si_3N_4$  a temperaturas de entre 1200 y 1600°C a diferentes tiempos de permanencia, ellos reportaron la formación de  $Nb_5Si_3$  en muestras unidas 1400°C/120 min, sin embargo, en muestras unidas a 1600°C por tiempos de 60 y 90 min reportan la formación de dos fases en equilibrio ( $Nb_5Si_3$ ,  $NbSi_2$ ), concluyeron que la cantidad de reacción entre el  $Si_3N_4$  y Nb, es un factor importante para obtener una alta fiabilidad mecánica en el componente. Por otro lado, *Z. Chunguang et al; 2001* unieron ensambles de  $Al_2O_3$ /Ni/Ti/Ni/Kovar en un rango de temperaturas de entre 965 y 1025°C en tiempos de 20 a 100 min. Ellos observaron una microestructura compuesta por una solución sólida de  $\alpha$ -Ti y una fase inter-metálica de  $Ti_2Ni$ , de igual manera reportan la formación de una capa de reacción en la superficie de la alúmina, compuesta por la fase  $Ni_2Ti_4O$ , concluyeron que un tiempo un incremento en la temperatura de unión no tiene un efecto significativo en la resistencia de unión, sin embargo, el tiempo de permanencia si presentó una notable variación, ellos atribuyeron este fenómeno a que el tiempo de permanencia está estrechamente relacionado con el crecimiento de fases frágiles, las cuales pudieron reducir la resistencia de unión.

Esta investigación se enfocó en estudiar la unión y caracterización de ensambles  $Si_3N_4$ /Nb y  $Al_2O_3$ /Ti mediante la técnica de unión brazing.

### Descripción del Método

Con el propósito de estudiar la influencia de la porosidad presente en los sustratos cerámicos durante el proceso de unión, se produjeron dos arreglos tipo sándwich, el primero de  $Si_3N_4$ /Ag-Cu/Cu-Zn/Nb usando como elementos de unión láminas de aleaciones  $Ag_{72}Cu_{28}$  (*Nilaco Corporation, Japón*) y  $Cu_{70}Zn_{30}$  (*Johnson Matthey Company, USA*) con espesores de 0.05 y 0.025 mm, respectivamente, mientras que el segundo arreglo consistió en un ensamble de  $Al_2O_3$ /Ti, utilizando una aleación amorfa ( $Ni_{76.5}Fe_{4.2}Cr_{13}B_{2.8}Si_{4.5}$ ) como elemento de unión. Las condiciones de procesamiento y densidad relativa alcanzada por los cerámicos utilizados en cada ensamble, son mostradas en la tabla 1. Los arreglos producidos fueron colocados en un dado de grafito dentro de un horno tubular horizontal, a temperaturas de 1000-1160°C por tiempos de 10 a 120 min, bajo una atmósfera de gas inerte (Argón). Las muestras unidas fueron montadas en resina y cortadas transversalmente usando un disco de diamante de baja densidad. Una vez cortadas se pulieron con pasta de diamante con tamaño de partícula de entre 9-0.1  $\mu m$  y se limpiaron en baño ultrasónico en 3 periodos de 5 min cada uno. La sección transversal de los ensambles unidos fueron observados



mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) donde se realizaron micro análisis por haz de electrones (*por sus siglas en inglés*, SEM-EPMA) y mapeo de elementos presentes en la interfase.

**Tabla 1.** Condiciones de sinterización de los cerámicos de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> usado para la unión por Brazing

Cerámico	Condiciones de sinterización			Densidad relativa
	Presión, MPa	Temperatura, °C	Tiempo, min	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	1500	120	61.33
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	100	1500	60	57

### Resultados y discusión

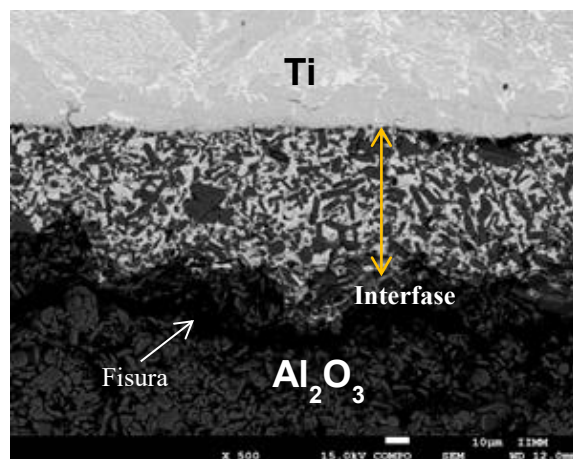
Los resultados obtenidos para las condiciones de unión establecidas son mostrados en la tabla 2, donde se observa una unión exitosa en los ensambles con alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), mientras que para los ensambles en los cuales se utilizaron compactos de nitruro de silicio (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) fue necesario un tiempo de permanencia más prolongado para lograr la formación de una interfase homogénea y libre de defectos.

**Tabla 2.** Resultados de los arreglos unidos por brazing

Cerámico	Ensamble	Condiciones de unión	Unido [●]
			No unido [◇]
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ρ <sub>r</sub> = 61.33%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Ni <sub>76.5</sub> -Fe <sub>4.2</sub> -Cr <sub>13</sub> -B <sub>2.8</sub> -Si <sub>4.5</sub> /Ti	1150°C/10 min	●
		1160°C/20 min	●
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ρ <sub>r</sub> = 57 %	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> /Ag <sub>72</sub> -Cu <sub>28</sub> /Cu <sub>70</sub> -Zn <sub>30</sub> /Nb	1000°C/20 min	◇
		1000°C/120 min	●

#### 1. Interfase Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ Ni<sub>76.5</sub>-Fe<sub>4.2</sub>-Cr<sub>13</sub>-B<sub>2.8</sub>-Si<sub>4.5</sub>/Ti unida a 1150°C/10 min

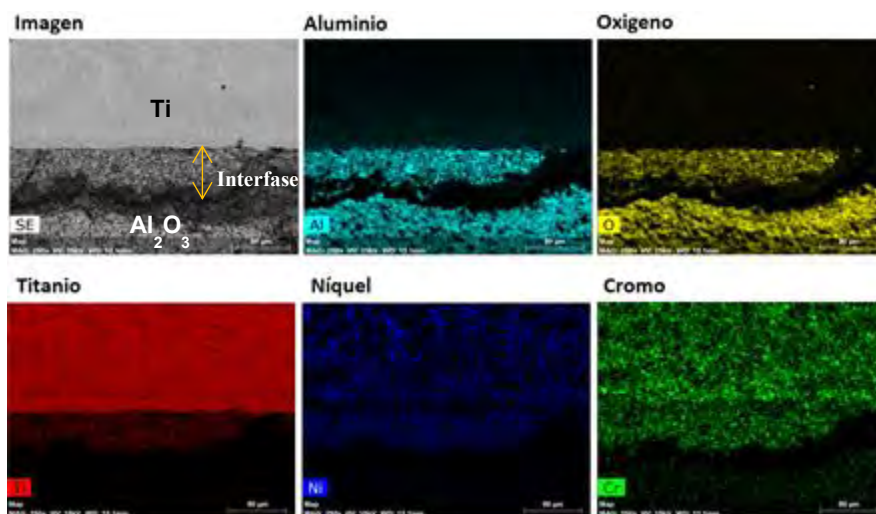
La sección transversal del ensamble Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ Ni<sub>76.5</sub>-Fe<sub>4.2</sub>-Cr<sub>13</sub>-B<sub>2.8</sub>-Si<sub>4.5</sub>/Ti unido a 1150°C/10 min, es mostrada en la figura 2, donde se aprecia la formación de una interfase homogénea y libre de grietas, producto de la buena interacción química que se efectuó entre el metal líquido formado por el elemento de unión y la alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) a la condición de unión establecida, sin embargo, presenta una fisura en la zona del cerámico de alúmina, atribuido a la dificultad que se presenta en el proceso de pulido del ensamble durante la preparación de las muestras para ser caracterizadas. Numerosos estudios de mojabilidad entre el Níquel líquido y la alúmina, como el llevado a cabo por *M. Nicholas, et al 1968* muestran la pobre interacción que surge entre estos materiales, puesto que reportan ángulos de mojado superiores a los 100° a temperaturas por encima de los 1300°C, sin embargo, el Cromo presente en la aleación usada como elemento de unión pudo haber contribuido al proceso de mojabilidad, durante los primeros minutos del proceso de unión, puesto que *R. Crispin, et al 1976*, reportaron que pequeñas cantidades de cromo (≈ 2%, en peso) en níquel líquido, tiene un efecto positivo en el proceso de mojado sobre la superficie de la alúmina. No obstante, la completa dispersión del metal líquido sobre la superficie cerámica, se dio gracias a la presencia del Titanio en la interfase de unión, debido a que análisis de EPMA (Electron Probe Micro-Analysis) efectuados en el ensamble, muestran grandes cantidades de este elemento (≈ 77%, en peso) disperso en esta zona. Esto se debe a que durante los minutos posteriores al proceso de unión, se dio una difusión en fase líquida, donde átomos de Titanio pudieron haber usado el líquido como un mecanismo de transporte y así poder interaccionar químicamente con la alúmina, puesto que al ser un metal activo reduce la energía interfacial sólido-líquido, debido a la formación de productos de reacción que permiten dispersar de manera efectiva el metal líquido sobre la superficie cerámica, tal y como fue reportado por *X. Zhou et al; 1996*.



**Figura 2.** Sección transversal del ensamble de  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$  unido a  $1150^\circ\text{C}/10\text{ min}$ .

**2. Interfase  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$  unida a  $1150^\circ\text{C}/20\text{ min}$**

Un análisis cualitativo de los elementos que conforman la sección transversal del ensamble  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$  unido a  $1160^\circ\text{C}/20\text{ min}$ , es mostrado en la figura 3. La distribución atómica de elementos como el Al, O, Ti, Ni y Cr, son mostrados a través de imágenes representadas por diversos colores y en la cuales se pueden observar la presencia de Titanio, Níquel y Cromo en la interfase de unión, además, cabe resaltar la presencia de Aluminio y Oxígeno, elementos que componen a la alúmina, presente en la interfase de unión. Esto se debe a que la baja densificación en el cerámico, permitió que el líquido formado por el elemento de unión se infiltrara exitosamente en la porosidad de la alúmina, dando como resultado la formación de una interfase compuesta por partículas de alúmina inmersa en una matriz metálica. *Asthana & M. Singh; 2013*, reportaron que para que la infiltración se logre de manera favorable, las condiciones como presión capilar y tensión superficial del metal líquido deben reducirse durante el proceso de unión, condiciones que fueron cumplidas gracias a la presencia del Titanio en el metal líquido.

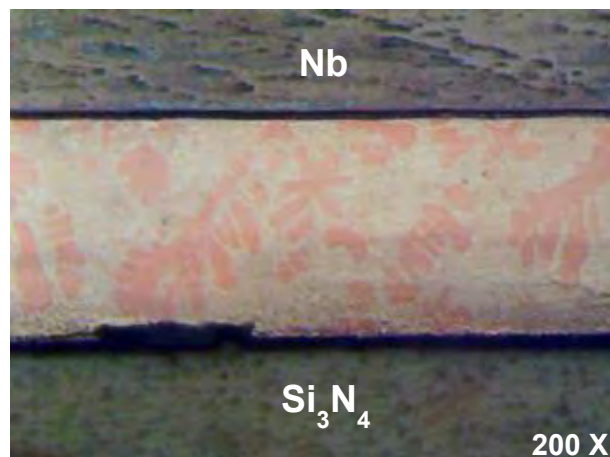


**Figura 3.** Distribución atómica de los elementos en la Sección transversal del ensamble de  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$  unido a  $1160^\circ\text{C}/20\text{ min}$ .

**3. Interfase  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ag-Cu/Cu-Zn/Nb}$  unida a  $1000^\circ\text{C}/20\text{ min}$**

La sección transversal del ensamble de  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ag-Cu/Cu-Zn/Nb}$  unido a  $1000^\circ\text{C}/20\text{ min}$ , se muestra en la figura 4. Es evidente, la falta de interacción química, tanto del lado del metal de niobio, como del cerámico de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , sin embargo, no se puede asegurar que no hubo unión en dicha zona, puesto que *A. Elsayy & M. Fahmy; 1998*,

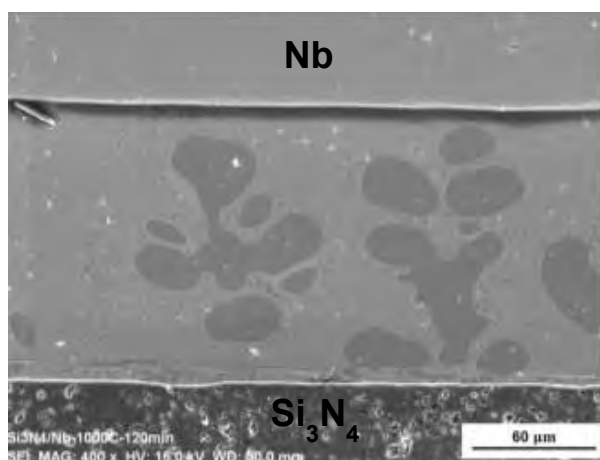
reportaron que la micro-rugosidad superficial de los materiales base, juega un papel importante en uniones donde es evidente una falta de mojabilidad entre el metal líquido y los materiales a unir, puesto que este solo hace contacto con la superficie sólida en ciertos puntos, sin embargo, es posible que al ser una unión sumamente débil, ocurre un desprendimiento entre la interfase de unión y los materiales base, durante el proceso de enfriamiento del ensamble, debido a la diferencia en coeficientes de expansión térmica (CET) entre los materiales.



**Figura 4.** Sección transversal del ensamble de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  /Ag-Cu/Cu-Zn/Nb unido a  $1000^\circ\text{C}/20$  min

#### **4. Interfase $\text{Si}_3\text{N}_4$ /Ag-Cu/Cu-Zn/Nb unida a $1000^\circ\text{C}/120$ min**

La sección transversal del ensamble  $\text{Si}_3\text{N}_4$  /Ag-Cu/Cu-Zn/Nb unido a  $1000^\circ\text{C}/120$  min, es mostrada en la figura 5, se aprecia una interfase caracterizada por una excelente interacción química que se efectuó entre el metal líquido y el  $\text{Si}_3\text{N}_4$  a la condición de unión establecida, sin embargo, esto es contradictorio a lo reportado en diversas investigaciones como las llevadas a cabo por *Ljungbert, et al; 1989* y *Loehman, et al; 1989*, quienes basados en estudios de mojabilidad reportan que elementos como la plata y el cobre, no tienen afinidad por el cerámico ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ). Sin embargo, análisis de EPMA efectuados en el ensamble, muestran que existen pequeñas cantidades de silicio ( $\approx 2\%$ , en peso) disperso en la interfase, producto de la descomposición del  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , en silicio y nitrógeno en forma de gas. Esto pudo haber promovido la dispersión del líquido de manera exitosa a través de toda la superficie cerámica, puesto que *P. Protsenko, et al; 2010*, observaron que pequeñas cantidades de este elemento dentro de cobre líquido, logra reducir notablemente su tensión superficial, lo que permitió que el líquido se anclara, debido a su infiltración en las porosidades.



**Figura 5.** Sección transversal del ensamble de  $\text{Si}_3\text{N}_4$  /Ag-Cu/Cu-Zn/Nb unido a  $1000^\circ\text{C}/120$  min

### Conclusiones

Una interfase homogénea y libre de defectos fue observada a 1150°C/10 min y 1160 °C/20 min, en ensambles  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$ , mientras que en ensambles  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ag}_{72}\text{-Cu}_{28}/\text{Cu}_{70}\text{-Zn}_{30}/\text{Nb}$ , fue necesario mayores tiempos de permanencia (120 min) para lograr los ensambles cerámico/metal.

La difusión del Titanio jugo un papel fundamental en la dispersión e infiltración del metal líquido sobre la superficie cerámica en los ensambles  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$ , puesto que átomos de Titanio pudieron haber usado a la fase líquida como un mecanismo de transporte y así poder interaccionar químicamente con el cerámico de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , permitiendo el mojado de su superficie y formando una unión exitosa

Un menor grado de densificación en la alúmina permitió que el proceso de unión de los ensambles  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}_{76.5}\text{-Fe}_{4.2}\text{-Cr}_{13}\text{-B}_{2.8}\text{-Si}_{4.5}/\text{Ti}$ , se lograra debido a la infiltración del metal líquido en la porosidad superficial del cerámico, dando como resultado la formación de un compuesto de matriz metálica en la interfase de unión. Por otro lado, en los ensambles  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ag}_{72}\text{-Cu}_{28}/\text{Cu}_{70}\text{-Zn}_{30}/\text{Nb}$ , el silicio presente en la interfase de unión permitió que el metal líquido, mojara la superficie del nitruro de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), debido a un efecto anclaje, originado por la infiltración del líquido en la porosidad del cerámico.

### Referencias

- Asthana, R., & Singh, M. "Active metal brazing of advanced ceramic composites to metallic systems". *Advances in brazing: Science, technology and applications*, pp.323–360, 2013.
- Brochu, M., Pugh, M., & Drew, R. A. "Brazing silicon nitride to an iron-based intermetallic using a copper interlayer". *Ceramics International*, Vol.30, No.6, pp.901–910, 2004.
- Crispin, M. & Nicholas, M. "The wetting and bonding behaviour of some nickel alloy-alumina systems". *Journal of Materials Science*, Vol.11, pp.17-21, 1976.
- Elsawy, A. H. & Fahmy, M. F. "Brazing of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ceramic to copper". *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.77, pp.266–272, 1998.
- Hausner S., & Wielage, B. "Brazing of metal and ceramic joints". *Advances in brazing: Science, technology and applications*, pp.361–393, 2013.
- Indacochea, J., & Xu, R. "Silicon nitride-stainless steel braze joining with an active filler metal". *Journal of Materials Science*, Vol.29, No.23, pp.6287–6294, 1994.
- Landry, K., & Eustathopoulos, N. "Dynamics of wetting in reactive metal/ceramic systems : linear spreading". *Acta Mater*, Vol.44, No.10, pp.3923–3932, 1996.
- Lemus-ruiz, J., Leon-patino, C. & Aguila-rreyes, E. "Interface behaviour during the self-joining of  $\text{Si}_3\text{N}_4$  using a Nb-foil interlayer". *Scripta Materialia*, Vol.54, No.7, pp.1339–1343, 2006.
- Ljungberg, L. & Warren, R. "Wetting of silicon nitride with selected metals and alloys". *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, No.10, pp.1655–1666, 1989.
- Loehman, R. E., Tomsia, A. P., Pask, J. A. & Johnson, S. M. "Bonding Mechanisms in Silicon Nitride Brazing". *J. Am. Ceram. Soc.*, Vol. 73, No.3, pp.552–558, 1990.
- Martinelli, A. E. & Buschinelli, A. J. A. "Review Article: Recent advances in metal-ceramic brazing". *Ceramica*, No.49, pp.178–198, 2003
- Nicholas, M., Forgan, R. & Poole, D. "The Adhesion of Metal/Alumina Interfaces". *Journal of Materials Science*, Vol.3, pp.9-14, 1968.
- Protsenko, P., Eustathopoulos, N., Garandet, J. P., & Voytovych, R. "Thermodynamics and kinetics of dissolutive wetting of Si by liquid Cu". *Acta Materialia*, Vo.58, No.20, pp.6565–6574, 2010.
- Zhang, C., Qiao, G. & Jin, Z., "Active brazing of pure alumina to Kovar alloy based on the partial transient liquid phase (PTLP) technique with Ni-Ti interlayer," *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 22, no. 13, pp. 2181–2186, 2002.
- Zhou, B. "Reactive wetting of liquid metals on ceramic". *Acta mater*, Vol.44, No.2, pp.421–426, 1996.

# CENTROS DE DESMANTELAMIENTO PARA APARATOS ELECTRONICOS Y ELECTRODOMESTICOS

C. Miranda Trujillo Karina<sup>1</sup>, C. Vázquez Arriaga Víctor Ulises<sup>2</sup>,  
M.C Díaz Domínguez Arturo Emmanuel<sup>3</sup> y M.E M. Díaz Arturo Villegas<sup>4</sup>

**Resumen**— En este proyecto se habla de la importancia de disminuir la contaminación ambiental mediante el establecimiento de centros de acopio para desmantelar aparatos electrónicos y electrodomésticos en cada municipio del estado de Morelos, estos centros se ubicarán en puntos estratégicos como en escuelas públicas a partir de primaria, en donde se estará fomentando en la sociedad la cultura del reciclaje para que estos aparatos no sigan depositándose en basureros municipales o estatales y que de esta manera sigan contaminando el ambiente, en estos centros se rescataran materiales como carcasas, minerales de algunos componentes electrónicos, entre otras cosas las cuales pueden ser reutilizadas o vendidas.

**Palabras clave**—Obsolescencia, contaminación, Separación, Aparatos.

## Introducción

En la actualidad la basura electrónica ha aumentado considerablemente, gracias a la innovación tecnológica y la globalización del mercado, acelera la sustitución y desecho de aparatos electrónicos y electrodomésticos, lo que produce diariamente toneladas de basura electrónica, estos aparatos en su gran mayoría culminan su fin en los basureros. La disminución de la contaminación ha tenido gran auge en los últimos años debido a los fenómenos que se han suscitado, como el calentamiento global; las empresas, organizaciones y la sociedad en general son más consiente de las acciones que comenten y afectan la calidad del medio ambiente, pero sin embargo no es suficiente.

El Instituto Nacional de Ecología (2010) estima que el volumen de desechos se incrementó 167% entre 1998 y 2006. También menciona que en México se generan entre 150 mil y 180 mil toneladas por año, cifra que equivale a llenar hasta cinco veces el Estadio Azteca, lo que muestra la magnitud del problema. Investigaciones más recientes por (Santoyo, B. 2014) señala que cada año se desechan 941 mil 700 toneladas de aparatos electrónicos en México sin contar los aparatos que quedan en las oficinas y los hogares.

Según la revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana “*La ciencia y el hombre*” (2010) nombra que los aparatos electrónicos provocan una enorme contaminación atribuida al tipo de sustancias que se utilizan en su fabricación. En la manufactura de las computadoras y electrodomésticos se emplean frecuentemente dos grupos de sustancias que son nocivas para la salud humana y para el ambiente: los compuestos orgánicos policromados, llamados también retardadores de flama (bifeniles polibromo minados o éter difenil hexavalente), que se usan como aditivos en los plásticos, y metales pesados como plomo, mercurio, cadmio y cromo en la elaboración de los dispositivos electrónicos. Además, contienen oro y arsénico, por lo que la contaminación por residuos electrónicos está alcanzando una magnitud alarmante. Según los estudios, tales materiales contaminan el suelo, el agua, el aire y en general los ecosistemas, y representan un problema de salud para la población que todavía no ha sido percibido como tal en algunas regiones, ni considerado en los planes de desarrollo para su adecuado manejo.

El tema de la contaminación ambiental a causa de los residuos electrónicos y electrodomésticos es realmente alarmante; según un informe de Business Monitor Internacional, México es, después de Brasil, el principal mercado de productos electrónicos de América Latina; pues se calcula que genera entre 200.000 y 300.000 toneladas de basura electrónica al año. (Rodríguez, 2010).

La humanidad ha buscado múltiples soluciones para disminuir la contaminación ambiental, brindando aportaciones significativas que han dado grandes resultados, conscientes que hay grandes organizaciones encargadas al

<sup>1</sup> C. Miranda Trujillo Karina, estudiante de Ingeniería Industrial cursando el séptimo semestre en el Tecnológico Nacional de México; Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos. [mirandang-28@hotmail.com](mailto:mirandang-28@hotmail.com)

<sup>2</sup> C. Vázquez Arriaga Victor Ulises, estudiante de Ingeniería Industrial cursando el octavo semestre en el Tecnológico Nacional de México; Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos. [victor\\_1816@hotmail.com](mailto:victor_1816@hotmail.com)

<sup>3</sup>M.C. Díaz Domínguez Arturo Emmanuel, profesor del departamento de Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos, México. [Artur\\_diaz\\_dom@hotmail.com](mailto:Artur_diaz_dom@hotmail.com)

<sup>4</sup>M.E.M. Díaz Villegas Arturo, profesor del departamento de Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos, México. [a\\_dvilllegas@hotmail.com](mailto:a_dvilllegas@hotmail.com)



desmantelamiento de este tipo de aparatos tal como está citado en el artículo “Contaminación en México por Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” (Pérez, A. 2013) se sabe que en México, existen cerca de 100 empresas que desensamblan aparatos electrónicos para recuperar metales preciosos como oro, cobre, estaño y paladio; entre las que destacan AER Worldwide, Corporación de valores reciclados, GFM Electronics, Recicladora Electrónica, Mundo Rojo y REMSA.

#### *Planteamiento del problema*

Según datos del INEGI (2015) en *Morelos* se cuenta 1,901 011 habitantes y ocupa el lugar 23 a nivel nacional por su población.

De acuerdo a investigaciones sustentadas se conoce cuáles son las causas y consecuencias de la problemática de contaminación sobre la mala clasificación de residuos sólidos de componentes electrónicos y electrodomésticos. En el estado existe un centro de desmantelamiento por parte del gobierno ubicado en la capital de la entidad, pero por múltiples causas, su servicio no ha llegado hasta las más pequeñas poblaciones lo cual significa que funciona de manera deficiente ya que su servicio no tiene cobertura en el estado. Es por ello que los alumnos de Instituto Tecnológico de Zacatepec aportan una idea y realizan una investigación para reducir la contaminación ambiental del Estado de Morelos y por ende contribuir con un grano de arena. Como se planteó en el resumen la idea consiste en crear centros de desmantelamiento en cada municipio de la entidad, estos centros serán ubicados en puntos estratégicos y estarían abiertos para la comunidad estudiantil, de la primaria hasta las universidades.

#### *Justificación*

Este proyecto tiene la finalidad de sustentar y cumplir con el objetivo de disminuir parte de la contaminación ambiental que se genera a través de residuos electrónicos dentro de la entidad, dicho de otra manera, hoy en día la gran mayoría de las personas dentro un hogar mexicano cuenta con al menos 5 aparatos electrónicos, mismos que solo se utilizan en un periodo de aproximadamente entre 5 y 10 años. Alrededor de 50 millones de toneladas anuales se van a los tiraderos de la basura.

En **México** no existen formas limpias de recolección, almacenamiento y recuperación de basura electrónica a través de procesos de reciclamiento que no contaminen. Los **aparatos electrónicos** como celulares, televisiones, laptops, tabletas, cámaras digitales, computadoras, reproductoras, equipo médico, juguetes, etcétera, contienen metales tóxicos y químicos. Por cada persona anualmente se generan siete kilogramos por persona de residuos electrónicos. Se espera en los próximos tres años un crecimiento de la basura electrónica de 35 por ciento, cuyo peso será equivalente al de las pirámides de Egipto.

#### ***Reciclaje en el Estado de Morelos.***

La Secretaria de Desarrollo Sustentable refrenda su voluntad de establecer los vínculos necesarios, para el adecuado desarrollo de los proyectos que derivan en la implementación de las políticas públicas que como entidad gubernamental tiene el mandato de llevar a cabo, observando siempre el estricto cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos en la materia, el beneficio de la sociedad morelense y la protección del entorno natural.

“Exhortamos a los grupos interesados a concluir los acuerdos comprometidos en el marco de respeto a las competencias, derechos y obligaciones, por la vía de la concertación y no a través de las descalificaciones que en nada contribuyen al logro de los objetivos comunes por el Desarrollo Sustentable.” reafirmo el jefe de la eGIRSEM (estrategia de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Morelos).

#### ***Metodología***

**Propuesta:** La idea central del proyecto es crear centros de desmantelamiento para aparatos electrónicos y electrodomésticos en posibles lugares estratégicos como en escuelas federales, introduciendo a niños y jóvenes al mundo del reciclaje. Se hará una separación adecuada de cada elemento, se clasificarán y se les dará una segunda vida.

#### ***Descripción del Método***

El proyecto se ejecutará en base a la metodología del Ciclo de Deming o ciclo PDCA, propuesto por Walter Shewhart. Es la abreviatura de las iniciales en inglés de cada una de las 4 fases que lo componen: PLAN – DO –

CHECK – ACT, o lo que es lo mismo en castellano: PLANIFICAR – HACER – COMPROBAR – AJUSTAR. Se trata de un proceso metodológico básico para realizar actividades de mejora y mantener lo que sea mejorado. Este ciclo de mejora continua es de aplicación universal puesto que puede ser aplicado a cualquier actividad incluso las cotidianas.

#### *Planear (plan)*

Durante esta fase se definen los objetivos estratégicos y tácticos del proceso, las labores administrativas y operativas necesarias para lograr dicho objetivo y la identificación, dimensionamiento y preparación de todos los elementos logísticos relacionados. Se realizarán las siguientes actividades:

- Dentro de la planeación del proyecto, es necesario hacer un estudio de localización para determinar los puntos estratégicos donde se requerirán los centros de acopio, mismos que ayudaran con la recolección de la basura electrónica que muchas personas poseen en sus hogares.
- Se pretende que este proyecto este inclinado a la ubicación de los centros ya antes mencionados sobre escuelas federales.
- Se implementarán cursos de capacitación a las personas encargadas de dichos centros. Se pretende que gran parte del porcentaje de estas personas sean estudiantes de las entidades públicas para así poder estrechar más una relación del proyecto con las escuelas.
- En vinculación con las escuelas, las personas que participen en este proyecto recibirán beneficios que pueden ser documentos académicos como, por ejemplo; liberación de talleres educativos impartidos en las instituciones.
- Hacer una separación adecuada de estos aparatos y rescatar lo máximo, para una segunda utilización.
- Vincularnos con empresas dedicadas a el reciclaje de estos artículos para vender los elementos rescatados.

#### *Hacer (do)*

Una que vez que se tiene la planeación del proyecto, es necesario comenzar a implementarlo a través de los siguientes pasos. (Ver cuadro 1).

- I. Presentar este proyecto en las escuelas federales dentro de la entidad, mostrando los beneficios que este contrae hacia el medio ambiente, aumentando la cultura de reciclaje y sensibilizar a las nuevas generaciones z y milenum.
- II. Sensibilizar a las distintas entidades públicas para inducirlos a participar en el proyecto.
- III. Llegar acuerdos con las instituciones públicas, para ello, se propone comenzar con una prueba piloto dentro den TECNOLOÓGICO NACIONAL DE MÉXICO “Campus Zacatepec” para iniciar con las actividades que implican la implementación.
- IV. Estratégicamente se debe seleccionar un lugar adecuado dentro de la institución para ubicar el contenedor de la basura electrónica.
- V. Realizar talleres para capacitar a las personas que se encargarán de la separación adecuada.
- VI. Impartir conferencias a la población de alumnados, mostrando lo que actualmente sucede con la basura electrónica de México.

#### *Análisis d*

Cuadro 1. Desarrollo de planeación.

*'aptop Toshiba.*

En la fase de “Do” se habla de la acción del método de separación de los distintos aparatos electrónicos y electrodomésticos, se muestra un ejemplo de una mini laptop Toshiba y la separación de todos sus materiales; para la ingeniería industrial los tiempos y movimientos que se tarda una persona en realizar una actividad son muy importantes ya que esto permite agilizar los procesos y posteriormente estandarizar lo cual significa eficiencia en cualquier actividad. (Ver cuadro 2)

EVENTO	TIEMPO
1) Poner la laptop en un lugar seguro, liso y abajo de la misma una franela de color roja para poder ver los tornillos y demás partes usualmente de color negro.	1 min
2) Quitamos el plástico que cubre la parte de arriba del teclado.	5 min
3) Quitamos los 2 tornillos de cada extremo con el desarmador Philips.	3 min
4) Levantar suavemente el teclado (ESTA CONECTADO).	2 min
5) Se retira la batería.	4 min
6) Se retiran todos los tornillos de la parte trasera de la computadora.	4 min
7) Se quita la placa wifi debemos quitar la antena son 2 cablecitos que se ven para hacerlo, con una pinza de punta muy suavemente los tiramos hacia arriba sin hacer jueguito hacia los laterales.	5 min
8) Se retira la tapa de la RAM, ahí vamos a ver 2 slots para RAM seguramente ocupados, para quitar la RAM. Los extremos de la RAM hay unas palanquitas, debemos abrirlas simultáneamente y la RAM solita se levanta.	4.5 min
9) Podemos retirar el modem, lo importante es retirar todos los tornillos que digan "F8" que son los que sostienen ambas partes de la laptop, (arriba y abajo).	3.5 min
10) Retiramos el disco duro descárguense de estática tocando el piso primero.	2.5 min
11) Se retira la tarjeta madre.	3.5 min
12) Se desconectan los arneses del teclado, web cam, pantalla y demás componentes que se conectan a la computadora.	2 min
13) Se desconecta el touch pad.	1.5 min
14) después, ayudándonos con una tarjeta vieja o el desarmador plano vamos abriendo muy despacio y suavemente la tapa de arriba de la base, así retiramos una vez toda la tapa.	3 min
15) ahora vamos a quitar la pantalla, para ello vamos a aflojar todos los cables que estén sujetos, (can, micrófono, antenas, son 2).	4 min
16) Se extrae las pilas dentro de todo el empaque de la batería.	2 min

Cuadro 2. Mapeo de proceso del desmantelamiento de la mini laptop Toshiba.


A continuación, se presenta de forma general los materiales que se obtuvieron del desmantelado de la mini laptop Toshiba y el peso de cada uno de los elementos. (Ver Cuadro 3)

ELECTRÓNICO	CARACTERÍSTICAS	PESO TOTAL	PLÁSTICO	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	VIDRIO	METALES
<b>Monitor de computadora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Marca: LANIX</li> <li>❖ Modelo: 700P</li> <li>❖ No. De producto: LX700P</li> </ul>	2.300 kg	554 gramos.	404 gramos.	390 gramos.	952 gramos
<b>Mini Laptop</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Marca: Toshiba</li> <li>❖ NB505-SP0165</li> </ul>	1.080 kg	435 gramos.	226 gramos.	184 gramos.	86 gramos

En la etapa de “T” Cuadro 3. Clasificación y características que se obtuvieron después de ilización de elementos rescatados. Se ] desmantelamiento de la mini laptop Toshiba.

Las personas (alumnos, profesores, administrativos o público en general) podrán comprar en el centro artículos que llegan a nuestras manos en buenas condiciones y que pueden seguir siendo utilizados como:

- ✓ Reguladores
- ✓ Cables
- ✓ Cargadores de computadoras.
- ✓ Baterías
- ✓ Tornillos.



Realizar “kits” de componentes electrónicos para un segundo uso. Con un costo de \$10-15.

Cuadro 4. Idea del segundo uso de los elementos rescatados.

**CHECK (Verificación):**

Una vez implantado el proyecto, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. En esta fase se pretende realizar, monitoreos en los diferentes centros de desmantelamiento, acudir a las instalaciones e informarnos de los resultados que se están obteniendo, estos datos nos servirán para saber si el proyecto ha sido factible y si en realidad se está contribuyendo a la reducción de contaminantes.

**ACT (ACTUAR):**

En esta última etapa se da por terminado el tiempo de prueba y se hace una comparación de lo inicial a lo actual. Si los resultados son satisfactorios se implantará la idea de los centros de desmantelamiento de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados.

**Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

En este trabajo de investigación se estudió el beneficio ambiental que este proyecto puede generar, es decir una alternativa sustentable que reduzca la contaminación del medio ambiente principalmente en el Estado de Morelos a través de programas de reciclaje de artículos electrónicos que han sido clasificados de manera correcta impidiendo que estos lleguen a basureros de cielo abierto y continúen contaminando el medio ambiente. Con ésta campaña de reciclaje se pretende rescatar la mayoría de los componentes que funcionan de manera correcta dentro de un artículo electrónico también extrayendo materiales que tengan una segunda vida de manera particular o en conjunto con otros materiales creando así posibles artículos que ayuden al beneficio de la sociedad.

*Conclusiones*

Los resultados que se esperan a través de este proyecto deben generar un impacto dentro de la sociedad de la entidad, haciendo que las personas, entre jóvenes, padres de familia, y personas de la tercera edad se unan a este proyecto y se sientan convencidas de que esto puede generar menor contaminación.

En este proyecto no solo se busca solucionar un problema ambiental, la idea no sólo es buscar alternativas amigables con los recursos naturales si no también incrementar la cultura del reciclaje en el estado para llegar a ser una entidad que se preocupa por la calidad de las siguientes generaciones mismas que en el futuro representaran el desarrollo de estado, en ámbitos tales como: tecnológico, social, responsabilidad con el medio ambiente y económico.

#### *Recomendaciones*

Los investigadores que se encuentren interesados en continuar con la investigación acerca del desmantelamiento para aparatos electrónicos y/o electrodomésticos deberán centrarse en los riesgos que podría conllevar las malas prácticas del desmontaje de dichos aparatos, se debe estudiar posibles consecuencias que traerá consigo la mala separación de los componentes y la inadecuada utilización de los metales obtenidos.

También se recomienda que se siga dando continuidad al proyecto, específicamente en cuestiones financieras, si bien es cierto al principio de todo proyecto es evidente que no se pueden tener ingresos económicos, puesto que solo es el comienzo de una idea. Se pretende que esto sea el inicio de una empresa, misma que genere empleos y desate un porcentaje económico dentro del estado llevando como visión contrarrestar la contaminación por la basura electrónica.

#### *Referencias bibliográficas.*

- Benítez, G., Rísquez, A. & Lara, M.. (2010). La basura electrónica: computadoras, teléfonos celulares, televisiones. Fecha de recuperación: 26/09/16, de REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA Sitio web: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num1/articulos/basuras/index.HTML>
- Pérez, A. . (2013). Contaminación en México por Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Fecha de recuperación: 26/09/16, de Cuerpo Académico “Calidad y Mejora continua en Servicios Tecnológicos” del ITST Sitio web: <http://www.itsteziutlan.edu.mx/pdfs/revistatec/2013/05/articulo.pdf>
- Santoyo, P.. (2014). Se triplicó la producción de basura electrónica en 7 años en México. Fecha de recuperación: 26/09/16, de Veo Verde Sitio web: <https://www.veoverde.com/2014/06/en-mexico-crece-3-veces-la-produccion-de-basura-electronica-en-7-anos/>.