

# USO DE ESCALA HOSPITALARIA DE ANSIEDAD Y DEPRESIÓN (HAD) EN ADULTOS MAYORES DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO

E.L.E. Mario Serrato Barrón<sup>1</sup>, M.C. Macrina Beatriz Silva Cázares<sup>2</sup>, L.E. Carlos Valentín Morales  
Hernández<sup>3</sup>, Dr. Isaac Compean Martínez<sup>4</sup>

## RESUMEN

Además de cambios y problemas biológico-fisiológicos propios del envejecimiento, es común que la salud psíquica de los adultos mayores se vea deteriorada y se refleje a través de trastornos mentales generando dependencia funcional. El objetivo de nuestro estudio fue identificar los niveles de ansiedad y depresión con ayuda de la escala HAD, en adultos mayores de la localidad San Ciro de Acosta, San Luis Potosí. El estudio se realizó en la consulta externa del Centro de Salud, entre Septiembre del 2014 y Julio del 2015. Estudio descriptivo-Transversal-Cuantitativo en 100 Adultos Mayores, de ambos sexos. Como resultado encontramos que el 12% presento algún padecimiento mental. El cuestionario HAD, constituye un instrumento válido y confiable para identificar depresión y ansiedad en adultos mayores en servicios hospitalarios no psiquiátricos.

**PALABRAS CLAVE:** Depresión, Ansiedad, Adultos mayores.

## ABSTRACT

In addition to changes biological-physiological and problems of aging, it is common that the mental health of older adults was seen reflected through mental disorders generating functional dependence. The aim of our study was to identify levels of anxiety and depression using the HAD scale in adults over the town of San Ciro de Acosta, San Luis Potosi. The study was conducted in the outpatient health center, between September 2014 and July 2015. Transversal descriptive quantitative study of 100 older adults of both sexes. As a result we found that 12% had some mental condition. The questionnaire HAD constitutes a valid and reliable instrument to identify depression and anxiety in older adults in non-psychiatric hospital services.

**KEYWORDS:** Depression, Anxiety, Seniors.

## INTRODUCCIÓN

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) dice que las personas de 60 a 74 años son consideradas de edad avanzada; de 75 a 90 viejas o ancianas y las que sobrepasan se les denomina grandes viejos o grandes longevos. A todo individuo mayor de 60 años se le llamara forma indistinta persona de la tercera edad. (1)

Mencionar a las personas adultos mayores es hacer referencia al envejecimiento natural e inevitable del ser humano, el cual es un proceso mecánico progresivo e irreversible, en el que van a intervenir conjuntamente factores biológicos, psíquicos, sociales y ambientales. Estos al trabajar en conjunto podrán incrementar la esperanza y calidad de vida de la persona. (2)

La vejez está relacionada con la edad, es decir, el tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento actual, y cómo se ha vivido durante ese tiempo.

La vejez tiene significados diferentes para diferentes grupos. Para definirla, hay que tomar en cuenta la edad: Cronológica, Física, Psicológica y Social.

De acuerdo al Plan Nacional para las Personas Adultos Mayores (2006-2010), al adulto mayor se clasifican en: Persona adulta mayor independiente: es la que es capaz de realizar las actividades básicas de la vida diaria.

La edad cronológica: La ONU establece la edad de 60 años para considerar a que una persona es adulta mayor, aunque en los países desarrollados se considera que la vejez empieza a los 65 años.

<sup>1</sup> P.L.E.S.S. Mario Serrato Barrón. Alumno de la Lic en Enfermería, de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP.

<sup>2</sup>M.C. Macrina Beatriz Silva Cázares. Profesora de Tiempo Completo de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP.

<sup>3</sup>L.E. Carlos Valentín Morales Hernández. Egresado de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP

<sup>4</sup> Dr. Isaac Compean Martínez. Profesor de Tiempo Completo de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP.

La edad física: Un aspecto importante en esta etapa de la vida es logro de la funcionalidad y la autonomía, a pesar de la edad o de los padecimientos que se tengan.

La edad psicológica: El significado que para cada grupo y persona tiene la vejez, puede ocasionar cambios en sus emociones, sentimientos y pensamientos según va transcurriendo el tiempo. En cuanto a procesos psicológicos, como la memoria o el aprendizaje, normalmente se dan modificaciones de manera gradual.

La edad social: La vejez es considerada una categoría social, es decir, se agrupa a las personas por los valores y características que la sociedad considera que son adecuadas, las cuales en muchas ocasiones pueden ser equivocadas y hasta injustas. Por ejemplo: para muchos grupos sociales las personas adultas mayores no deben enamorarse, o no deben participar en las decisiones familiares o sociales, etc.

Por el contrario, es un grupo social que necesita de los demás, pero que contribuye de manera muy importante tanto en la familia como en la sociedad. (4)

Persona adulta mayor frágil: es quien tiene algunas limitaciones para realizar todas las actividades de la vida diaria básica.

Persona adulto mayor dependiente: es aquella que requiere del apoyo permanente de terceras personas. (3)  
Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) cada persona envejece de manera diferente, dependiendo de sus características innatas, de las que adquiere a través de la experiencia y de las circunstancias a las que se haya enfrentado durante su vida.

Se visualiza que para el año 2030 se estima que el 20% de la población será mayor a 65 años comparado con el 12% en el año 2000, esto incrementa su importancia ya que las personas vivirán por tiempos prolongados y la oportunidad de mantener su independencia, productividad y salud es un reto.

Con el aumento de los adultos mayores en el mundo se espera una mayor incidencia de múltiples enfermedades crónicas, entre las que se incluye la depresión y ansiedad. (5)

Según la OMS, la depresión es un trastorno mental frecuente, que se caracteriza por la presencia de tristeza, pérdida de interés o placer, sentimientos de culpa o falta de autoestima, trastornos del sueño o del apetito, sensación de cansancio y falta de concentración.

Si es leve, se puede tratar sin necesidad de medicamentos, pero cuando tiene carácter moderado o grave se pueden necesitar medicamentos y psicoterapia profesional.

La depresión puede llegar a hacerse crónica o recurrente, y dificultar sensiblemente el desempeño en el trabajo o la escuela y la capacidad para afrontar la vida diaria. En su forma más grave, puede conducir al suicidio.

El contexto de vida familiar puede actuar como catalizador de los problemas que enfrenta el adulto mayor, en la medida en que los miembros de la familia conocen y atienden las necesidades del adulto mayor contribuyen a mantener el bienestar y la calidad de vida. De lo contrario, el adulto mayor con depresión puede llegar a la marginación y aislamiento que conlleva el desinterés en la efectuación de sus actividades de la vida diaria, y con ello la dependencia funcional. (6)

La ansiedad es una de las emociones humanas que se presentan tanto en la juventud como en la vejez. Implica un valor adaptativo que predispone o anticipa eventos nocivos. Cuando sin justificación es excesiva y provoca una mala adaptación del individuo debe considerarse patológica. En esta última situación, las manifestaciones pueden ser en aspectos fisiológicos, cognoscitivos y de comportamiento.

Existe una gama amplia de presentación clínica que va desde inquietud asta crisis de pánico, según las capacidades adaptativas de cada individuo. La ansiedad es uno de los problemas psiquiátricos más prevalentes en los pacientes ancianos, que afecta más que la depresión o el daño cognoscitivo grave.

No solo la ansiedad resulta en estrés emocional y alteraciones funcionales, en forma potencial lleva a efectos profundos negativos en el estado de salud de los pacientes, como incremento en las manifestaciones de dolor, uso de fármacos, vulnerabilidad a enfermedades físicas, lo cual trasciende a elevar los costos en salud. De aquí parte la importancia de entender de manera clara su presentación clínica, valoración y tratamiento dentro de la práctica médica usual. (7)

La depresión y ansiedad son trastornos que se puede diagnosticar de forma fiable y que puede ser tratado por no especialistas en el ámbito de atención primaria.

En este sentido resulta fundamental el empleo de escalas de tamizaje para identificar posibles casos e iniciar el tratamiento de manera más oportuna.

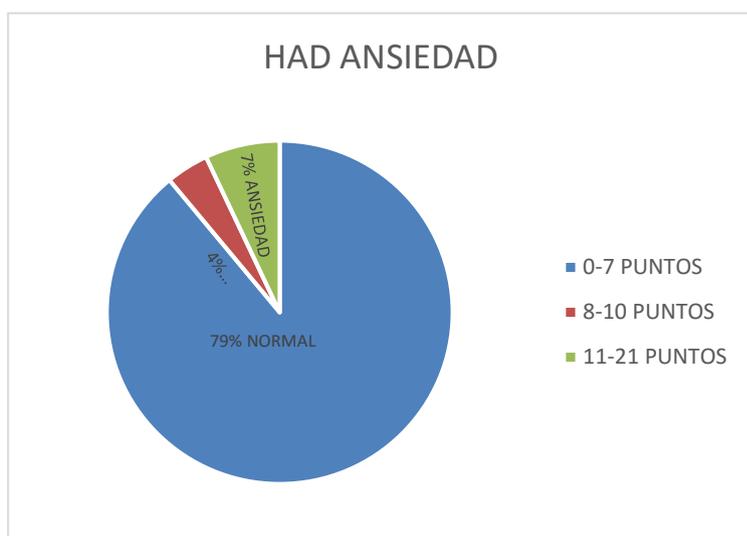
La valoración psiquiátrica de pacientes hospitalizados suele ser difícil, ya que los síntomas somáticos característicos de ansiedad y depresión presentes en estos pacientes, pueden estar justificados por su dolencia física. Para obviar este inconveniente, Zigmond y Snaith (1983) diseñaron una escala que sustituye los síntomas que pueden ser provocados por la dolencia física por otros más específicos de la vivencia psíquica del trastorno, con la finalidad de proporcionar un instrumento para detectar estados de depresión y ansiedad en pacientes servicios hospitalarios no psiquiátricos.

Es un cuestionario autoaplicado de 14 puntos; síntomas somáticos con subescala de ansiedad y depresión. Con los siguientes puntajes; 0-7 = normalidad, 8-10 = caso probable y de 11-21 = caso de ansiedad o depresión. (8)

### METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la consulta externa del Centro de Salud San Ciro de Acosta, S.L.P, entre Septiembre del 2014 y Julio del 2015. Estudio descriptivo-Transversal-Cuantitativo en 100 Adultos Mayores de ambos sexos. Se utilizó la escala hospitalaria de ansiedad y depresión HAD.

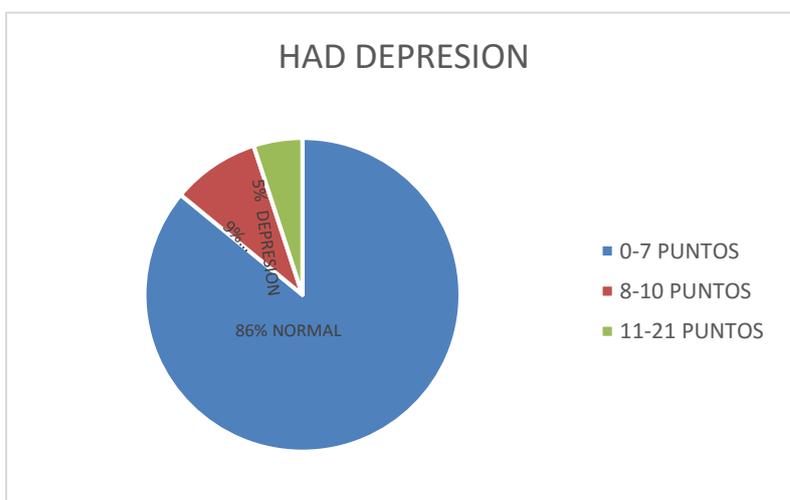
### RESULTADOS



En la gráfica 1. Se muestran los resultados del cuestionario HAD ANSIEDAD, donde tenemos un total de 100 adultos mayores encuestados de ambos sexos, y que dio como resultado 89 pacientes en el rango de normal, 4 en estado probable y 7 con ansiedad, cabe resaltar que en esta escala se recomienda que se tomen los valores en global y no por separado, esto para un mejor resultado

**Gráfica 1. HAD ANSIEDAD.**

En la gráfica 2. tenemos el siguiente resultado, de 100 pacientes adultos mayores que realizaron el cuestionario dio como resultado 86 pacientes en el rango normal, 9 en estado probable y 5 con depresión, cabe resaltar que en esta escala se recomienda que se tomen los valores en global y no por separado, esto para un mejor resultado.



**Gráfica 2. HAD DEPRESIÓN.**

## DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue Identificar los niveles de depresión y ansiedad con escala hospitalaria de ansiedad y depresión HAD en adultos mayores de la localidad, San Ciró de Acosta, SLP.

En comparación con un estudio similar realizado en 2010 por Vilchis-Aguilar IA y col. Utilizando la escala HAD se evaluaron a 92 pacientes en la sala de urgencias de un hospital general no gubernamental de México, donde se corroboró una frecuencia de depresión de 8.7% y de ansiedad de 34.8%.

Identificamos que la frecuencia de depresión es menor a la encontrada en nuestro estudio esto quizá a que el evento en urgencias por sí mismo es más estresante que la sala de consulta externa.

En otros estudios ha quedado demostrado que los pacientes con enfermedades crónicas, como diabetes e hipertensión, tienen un mayor riesgo a padecer trastornos de ansiedad y depresión. Sin embargo, esto también podría estar en relación con otros factores.

## CONCLUSIÓN

Se encuestó a 100 pacientes de ambos sexos con la escala HAD dando como resultado a 12 pacientes con algún trastorno mental, 13 pacientes en estado dudoso y 75 pacientes sin algún síntoma ansioso-depresivo. El identificar y tratar adecuadamente estos trastornos a nivel primario nos ayuda mejorar la calidad de vida del paciente, disminuir el riesgo de suicidio, acortar el tiempo de estancia hospitalaria.

A pesar de estas limitaciones, nuestros resultados ofrecen un mayor sustento hacia la importancia de incluir programas de detección e intervención oportuna para la depresión en los adultos mayores. Lo anterior con el objetivo de poder disminuir el malestar asociado a la depresión así como las consecuencias individuales y sociales que puedan presentar los adultos mayores durante su vida cotidiana y seguir formando parte de la fuerza laboral de nuestro país. Alcanzando en algún punto este objetivo, podría incluso ser posible disminuir la prevalencia de la depresión y la discapacidad asociada a su presentación, fomentando un mayor bienestar y calidad de vida para nuestra población. Aun cuando el instrumento empleado para la evaluación HAD no está diseñado con fines diagnósticos, este instrumento ha mostrado su utilidad epidemiológica en diversos estudios a lo largo del mundo, haciendo evidente que son un instrumento válido y confiable para la detección de estos trastornos en población abierta. Cabe mencionar algunas limitaciones del presente estudio. La principal limitante es el reducido tamaño de la muestra, la cual impide poder hacer una generalización de los resultados a la población de San Ciró de Acosta. Se sugiere realizar futuros estudios en una muestra mayor en donde se incluya la valoración de las condiciones socioculturales, personales y del entorno que pudieran ser considerados factores de riesgo para la aparición de la depresión en la población adulta, así como realizar estudios longitudinales para determinar los probables cambios que pudieran aparecer en la población tanto en la presencia como en la gravedad de los síntomas de la depresión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. OMS. (2015). *Organización Mundial de la Salud*
2. ONU. (2015). *Organización de las Naciones Unidas*.
3. Fernández, A., & Manrique, F. (2010). *Rol de la enfermería en el apoyo social del adulto mayor*. *Enferm. Glob. [Revista en la Internet]*.
4. 13.-IAAM-DF. (2015). *Adulto Mayor*. Obtenido de <http://www.adultomayor.df.gob.mx/index.php/quien-es-el-adulto-mayor>
5. Ávila, F., Melano, J., Carranza, E., & Amieva, H. (2007). *Síntomas depresivos como factor de riesgo de dependencia en adultos mayores*. *Salud Pública de México*, 49(5), 367-375.
6. Durán, B., Aguilar, T., Martínez, R., & Vázquez, L. (2013). *Depresión y función cognitiva de adultos mayores de una comunidad urbano marginal*. *Enfermería universitaria*, 10(2), PP.36-42.
7. Hyver, C. (2009). *Geriatría. Ansiedad*. México, D.F. *Manual Moderno*. Pp. 375-378.
8. Tejero, A., & Guimerá, E. *Uso clínico del HAD (Hospital Anxiety and Depression Scale) en población psiquiátrica: un estudio de su sensibilidad, fiabilidad y validez*. *Rev. Depto. Psiquiatría Facultad de Med Barna*. 13. Pp.233-238.

# USO DE LA ESCALA DE DEPRESIÓN GERIÁTRICA EN UNA REGIÓN NORTE CENTRO DE MÉXICO

PLESS María de los Ángeles Serrato Orozco<sup>1</sup>, M.C. Macrina Beatriz Silva Cázares<sup>2</sup> L.E. Carlos Valentín Morales Hernández<sup>3</sup>,

## RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) dice que las personas de 60 a 74 años son consideradas de edad avanzada; de 75 a 90 viejas o ancianas y las que sobrepasan se les denomina grandes viejos o grandes longevos. A todo individuo mayor de 60 años se le llamara forma indistinta persona de la tercera edad. (1) Según la OMS, la depresión es un trastorno mental frecuente, que se caracteriza por síntomas afectivos cognoscitivos conductuales vegetativos (3) .

En 1968 la Escala de Depresión Geriátrica (GDS), creada por Yesavage ha sido probada y usada extensamente con la población de adultos mayores. El Objetivo de nuestro estudio es conocer el nivel de depresión en que se encuentran los adultos mayores de la comunidad de San Ciro de Acosta S.L.P, en 100 Adultos Mayores de ambos sexos. Un 17% de la población, se sugiere, una evaluación integral de seguimiento.

**PALABRAS CLAVE:** Depresión, adultos mayores, escala de depresión geriátrica (DGS)

## ABSTRACT

The Worlds Health Organization establishes that people from 60 to 74 year are considered advanced age; from 75 to 90 are old or elderly and the ones that surpass that age are great old ones or long live ones. Every person older than 60 will be called people of the third age. (1) according to the OMS depression is a frequent mental disorder, that is characterized by affective cognitive behavioral Vegetative symptoms (3)

In 1968 the Geriatric Depression Scale (GDS) was created by Yesavage, has been used and proved extensably since on the elderly population. The large questionnaire of the GDS is a brief tool that consists in 15 points that the participants should answer with a yes or a no according to how they have felt over the past week.(4) The main objective of our study is to know the level of depression that the elderly citizens of San Ciro de Acosta S.L.P.have., between September 2014 and July 2015. Transversal descriptive and quantitative study to 100 elderly adults both genders.

**KEYWORDS:** Depression, older adults, Geriatric Depression Scale (GDS)

## INTRODUCCION

La Organización Mundial de la Salud (OMS) dice que las personas de 60 a 74 años son consideradas de edad avanzada; de 75 a 90 viejas o ancianas y las que sobrepasan se les denomina grandes viejos o grandes longevos. A todo individuo mayor de 60 años se le llamara forma indistinta persona de la tercera edad. (1)

Las Naciones Unidas consideran anciano a toda persona mayor de 65 años para los países desarrollados y de 60 para los países en desarrollo. Mencionar a las personas adultos mayores es hacer referencia al envejecimiento natural e inevitable del ser humano, el cual es un proceso mecánico progresivo e irreversible, en el que van a intervenir conjuntamente factores biológicos, psíquicos, sociales y ambientales. Estos al trabajar en conjunto podrán incrementar la esperanza y calidad de vida de la persona; la cual se podrá ir logrando en la medida que las enfermedades se puedan prevenir o controlar. (5)

<sup>1</sup> PLESS María de los Ángeles Serrato Orozco. Pasante de Licenciatura en Enfermería en Servicio Social de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP. Email: angie7441@outlook.com

<sup>2</sup> M.C. Macrina Beatriz Silva Cázares. Profesora de Tiempo Completo de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP.

<sup>3</sup> L.E. Carlos Valentín Morales Hernández. Egresado de la Coordinación Académica Región Altiplano de la UASLP.

Según la OMS, la depresión es un trastorno mental frecuente, que se caracteriza por síntomas afectivos (Ansiedad, sentimientos de culpa, sentimientos de vergüenza, autodesprecio, irritabilidad), síntomas cognoscitivos (dificultad para concentrarse, disminución del rendimiento intelectual, pesimismo, ideas de minusvalía), síntomas conductuales (Alcoholismo, farmacodependencia, intentos de suicidio, retardo psicomotor: inhibición en actividades físicas y en el habla), síntomas vegetativos (Trastornos del sueño, cambios en el apetito, cambios en el peso corporal, disminución de la energía en general: cansancio fácil, incumplimiento de las labores cotidianas). (3)

Depresión: es una afectación del estado de ánimo que engloba sentimientos negativos como la tristeza, la desilusión, la frustración, la desesperanza, la indefensión, la inutilidad y la infelicidad, en el que se pierde la satisfacción de vivir y la energía para recuperar el bienestar. Se presentan, además, síntomas vegetativos, cognitivos, motivacionales y procesos psicóticos. (6). El adulto mayor con depresión puede llegar a la marginación y aislamiento que conlleva el desinterés en la efectuación de sus actividades de la vida diaria, y con ello la dependencia funcional. (2)

Si bien existen muchos instrumentos para medir la depresión, la Escala de Depresión Geriátrica (GDS), creada por Yesavage, ha sido probada y usada extensamente con la población de adultos mayores. El cuestionario largo GDS es una herramienta breve de 30 puntos en el que los participantes deben responder por sí o por no con respecto a cómo se sintieron en la última semana. En 1986, se creó un cuestionario corto GDS, que consiste de 15 preguntas. Para la versión corta, se seleccionaron las preguntas del cuestionario largo GDS que guardaban la mayor correlación con los síntomas depresivos en los estudios de validación. De los 15 puntos, 10 indicaban la presencia de depresión cuando se contestaban afirmativamente, mientras que el resto (preguntas número 1, 5, 7, 11 y 13) indicaban depresión cuando se respondían negativamente. El puntaje de 0-4 se considera normal, según la edad, educación y quejas; 5-8 indica depresión leve; 9-11 indica depresión moderada; y 12-15 indica depresión severa. El cuestionario corto resulta más sencillo de usar para los pacientes con afecciones físicas y pacientes con demencia leve a moderada que pueden concentrarse por lapsos breves o se fatigan con facilidad. Se puede completar en 5 a 7 minutos.

Uso de escala:

Población de destino: El GDS puede usarse con adultos mayores con buena salud, con enfermedad médica, y aquellos con deterioro cognitivo de leve a moderado. Se ha usado extensamente en entornos comunitarios, de atención de agudos y de cuidados de largo plazo.

Seguimiento: La presencia de depresión garantiza intervención y tratamiento inmediatos. El GDS puede usarse para controlar la depresión a lo largo del tiempo en entornos clínicos. Un puntaje positivo por encima de 5 en el cuestionario corto GDS debería dar lugar a una evaluación psicológica minuciosa y una evaluación del intento de suicidio (4).

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la consulta externa del Centro de Salud San Ciro de Acosta Acosta correspondiente a la SSA, entre el mes de Septiembre del 2014 y Julio del 2015. Estudio descriptivo-Transversal-Cuantitativo en 100 Adultos Mayores de ambos sexos. Se utilizaron la escala de Depresión Geriátrica de 15 ítems. Cada uno firmo una carta de consentimiento informado.

## RESULTADOS

Los 100 pacientes evaluados tenían una edad promedio de 70.16 años (rango: 60 -91), 50% era de sexo femenino. El 76% era casado, 10% eran viudos, y 9% vivían solos. Respecto al nivel educacional, el 52% tiene primaria incompleta, 4% tiene primaria completa, 6% tiene secundaria, 1 % tiene educación superior y 37% no cuenta con ninguna preparación académica. Los 100 pacientes provinieron de San Ciro de Acosta.. En la escala de DGS, el 16% de la población presento sintomatología leve.

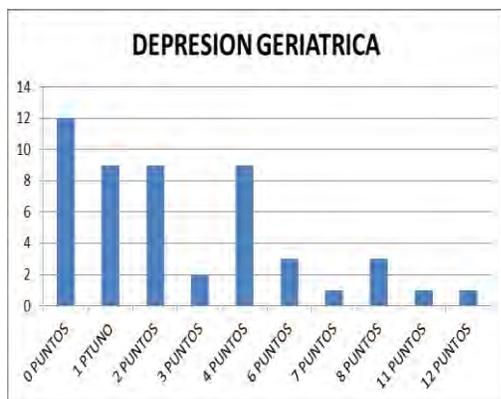


Figura 1. Resultados Escala de Depresión Geriátrica sexo femenino.

En la figura 1 se muestran los resultados de la escala de depresión geriátrica, en la cual se decidió trabajar con la de 15 ítems que es la misma que utiliza la secretaria de salud, en la cual arrojó a 41 pacientes sin depresión y solo 9 pacientes con algún indicador de alguna depresión, el autor refiere que a partir de 5 puntos se tiene que realizar una evaluación integral de seguimiento.

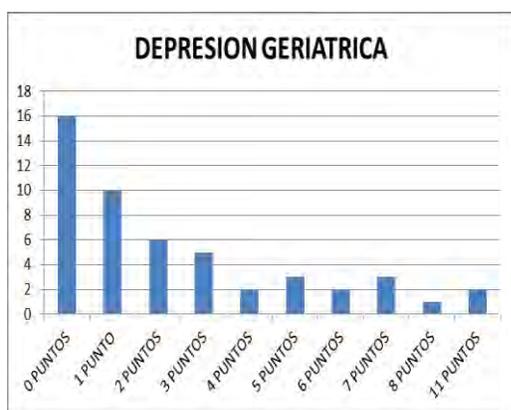


Figura 1. Resultados Escala de Depresión Geriátrica sexo masculino

En la figura 2 se muestran los resultados de la escala de depresión geriátrica, en la cual se decidió trabajar con la de 15 ítems que es la misma que utiliza la secretaria de salud, en la cual arrojó a 42 pacientes sin depresión y solo 8 pacientes con algún indicador de alguna depresión, el autor refiere que a partir de 5 puntos se tiene que realizar una evaluación integral de seguimiento.

## DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue comparar la presencia y gravedad de síntomas de ansiedad, depresión y deterioro cognitivo entre hombres y mujeres adultos mayores y determinar su asociación con el malestar subjetivo de los síntomas mediante el uso de tres escalas específicas para valorar la calidad de vida en la comunidad de San Ciro de Acosta.

Se evidencia que de los sujetos encuestados, a los cuales se les aplicó la escala GDS - 15, para detectar síntomas de depresión se encontró que fue menor al 20%, lo cual es parecido al estudio realizado por Ángela María Bacca, Angélica González y Ana Fernanda Uribe Rodríguez (2004) en una muestra de adultos mayores en Cali, Colombia.

Los adultos mayores implican diversas situaciones que pueden conllevar a la presencia de síntomas o incluso al desarrollo de un trastorno depresivo. Algunos pueden mostrar llanto continuo, ausencias o aislamiento social, sin percatarse que lo que en realidad están padeciendo es una depresión. Sin embargo existen, como se mencionaba, algunos factores específicos de esta población que puede incrementar su vulnerabilidad hacia la depresión.

Algunos de estos factores incluyen el cambio en el estilo de vida que puede resultar en alteraciones del apetito y del sueño, estresores financieros, alteraciones en la vida familiar, preocupaciones, entre otros. A pesar de que estos factores no fueron evaluados de forma sistemática en el presente estudio, si podemos apreciar como la presencia e intensidad de los síntomas depresivos tienen una relación directa con el malestar subjetivo percibido por los adultos mayores, el cual fue similar tanto en hombres como en mujeres.

Es importante mencionar algunas limitaciones del presente estudio. La principal limitante es el reducido tamaño de la muestra, la cual impide poder hacer una generalización de los resultados de la población de adultos mayores de San Ciro de Acosta. Se sugiere realizar futuros estudios en una muestra mayor en donde se incluya la valoración de las condiciones socioculturales, personales y del entorno que pudieran ser considerados factores de riesgo para la aparición de la depresión en la población adulta.

A pesar de estas limitaciones, nuestros resultados ofrecen un mayor sustento hacia la importancia de incluir programas de detección e intervención oportuna para la depresión en los adultos mayores. Lo anterior con el objetivo de poder disminuir el malestar asociado a la depresión así como las consecuencias individuales y sociales que puedan presentar los adultos mayores durante su vida cotidiana y seguir formando parte de la fuerza laboral de nuestro país.

### CONCLUSIÓN

De los 50 pacientes del sexo masculino con la DGS, se encontró solo a 9 pacientes con algún indicador depresivo, debido a que en su estudio obtuvieron más de 5 puntos.

De los 50 pacientes del sexo femenino con la DGS, se encontró a 8 pacientes con algún síntoma de depresión.

Del total de 100 pacientes encuestados en el Centro de Salud de San Ciro de Acosta entre hombres y mujeres, arrojaron resultados de 17 pacientes con algún tipo de indicador de depresión, el cual se sugiere que realizar una evaluación integral de seguimiento.

### BIBLIOGRAFIA

- 1.-OMS. (2015). Organización Mundial de la Salud
- 2.-Durán-Badillo, T., Aguilar, R. M., Martínez, M. L., Rodríguez, T., Gutiérrez, G., & Vázquez, L. (2013). Depresión y función cognitiva de adultos mayores de una comunidad urbano marginal. *Enfermería universitaria*, 10(2), 36-42.
- 3.- A.C., A. P. (2004). Guía Práctica. En *Manejo del Espectro Depresión-Ansiedad* (pág. 23). México, DF: GlaxoSmithKline.
- 4.-Yesavage, J.A., Brink, T.L., Rose, T.L., Lum, O., Huang, V., Adey, M.B., & Leirer, V.O. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 17, 37-49.
- 5.-ONU. (2015). Organización de las Naciones Unidas.
- 6.-Pérez Martínez Víctor T., Arcia Chávez Nora. (2008). Comportamiento de los factores biosociales en la depresión del adulto mayor. *Rev. Cubana Med Gen Integr [revista en la Internet]*. 24(3).

# IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE SEIS SIGMA EN UN PROCESO DE EXTRUSIÓN

Ing. Karla Argelia Serrato Peñaloza<sup>1</sup>, Dr. Adán Vallés Chávez<sup>2</sup>,  
M.C. Diego Adiel Sandoval<sup>3</sup>.

**Resumen— Se implementó un programa de Seis Sigma en una empresa del ramo automotriz dedicada al armado de arneses para el sistema de enfriamiento. Los tubos inicialmente son extruidos, posteriormente son emboquillados, doblados y finalmente es la conformación del arnés. El área de interés es el tubo extruido, en esta fase se genera el 35% del desperdicio total de la organización. Con la implementación de Seis Sigma es posible determinar los factores claves que intervienen en el defecto para reducir el desperdicio de tubo extruido.**

**Palabras clave:** *Seis Sigma, metodología DMAIC,*

## **Introducción:**

Las empresas dedicadas a la manufactura de productos buscan minimizar los defectos en los productos o las fallas en los procesos productivos, así como la maximización de la utilización de los recursos buscando tener un nivel de competencia dentro del mercado, y la industria de los plásticos no es la excepción. Entre los procesos de fabricación de los plásticos se incluye el proceso de extrusión, este proceso presenta una gran variedad de ventajas, entre las cuales cabe destacar la operación que es una de las menos complejas y no requiere mucha inversión; sin embargo, también presenta algunos problemas debido a una cantidad importante de variables que lo conforman, entre las que sobresalen: la velocidad del tornillo de la máquina extrusora, el tipo de material, la temperatura de la máquina extrusora, el equipo, la mano de obra, método de medición, etc.

Con ayuda de la disciplina de Seis Sigma que “tiene como base la curva de la distribución normal o campana de Gauss para calificar el nivel de variación de la característica crítica de calidad, donde los límites se localizan en seis desviaciones estándar a cada lado de la media. El nivel de desempeño de calidad tres sigma significa que hay un 99.73% de probabilidades de fabricar un producto dentro de las especificaciones del cliente y esto equivale a 2700 piezas defectuosas en un millón de piezas producidas. Seis Sigma busca reducir esa probabilidad hasta 3.4 piezas defectuosas por millón de piezas producidas (ppm)”. (Montgomery, 2009, p. 25). Y las herramientas que se aplican dentro de una estructura simple de mejora de desempeño conocido como DMAIC (por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control), que se usa casi universalmente para guiar los proyectos de mejora de procesos de Seis Sigma. (Subramaniam, 2007), se buscará identificar los factores que influyen en la generación de desperdicio del área de extrusión.

## **Planteamiento del problema:**

El proyecto busca identificar cuáles son los principales factores que ocasionan el desperdicio en la producción de tubos y a su vez minimizar los costos generados por el desperdicio que propician los defectos del área de extrusión, estos costos son muy elevados ascienden aproximadamente a veinticinco mil dólares mensuales, de los cuales el área de extrusión representa el 35%.

El proceso de extrusión de plásticos consta de las siguientes especificaciones para la manufactura de los tubos:

<sup>1</sup> Ing. Karla Argelia Serrato Peñaloza, estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Cd. Juárez, Chihuahua, [argelia\\_itjal@yahoo.com.mx](mailto:argelia_itjal@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Dr. Adán Vallés Chávez, docente del departamento de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Cd. Juárez, Chihuahua, [avalles@itcj.edu.mx](mailto:avalles@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> M.C. Diego Adiel Sandoval, investigador del Área de División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Cd. Juárez, Chihuahua, [dsandoval@itcj.edu.mx](mailto:dsandoval@itcj.edu.mx)

	Máximo		Nominal		Mínimo	
	MM	INCHES	MM	INCHES	MM	INCHES
Diámetro Interior	8.00	0.315	7.50	0.295	7.00	0.276
Diámetro Exterior	10.25	0.404	10.00	0.394	9.75	0.384

Tabla 1: especificaciones de la familia 37- 230000

El instrumento utilizado para la medición de los diámetros tanto interno como externo es el vernier y se muestra en la siguiente figura 1, además de los tubos extruidos:

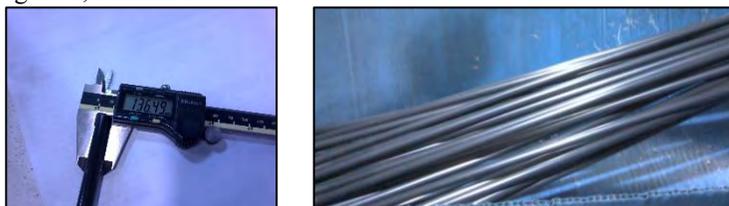


Figura 1. Vernier: instrumento utilizado para la medición de diámetros de los tubos extruidos.

**Metodología**

Utilizando la metodología DMAIC (por sus siglas en ingles de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Se cumple con las fases que se muestran a continuación.

**Fase 1 (Definir):** La organización enfrenta altos costos por concepto de desperdicio por lo que se realizó un análisis de datos históricos de junio del año 2014 a junio del año 2015 y se concluyó que el área de extrusión aporta el 35% del desperdicio total de la organización. La figura 2 muestra gráficas de los datos históricos.

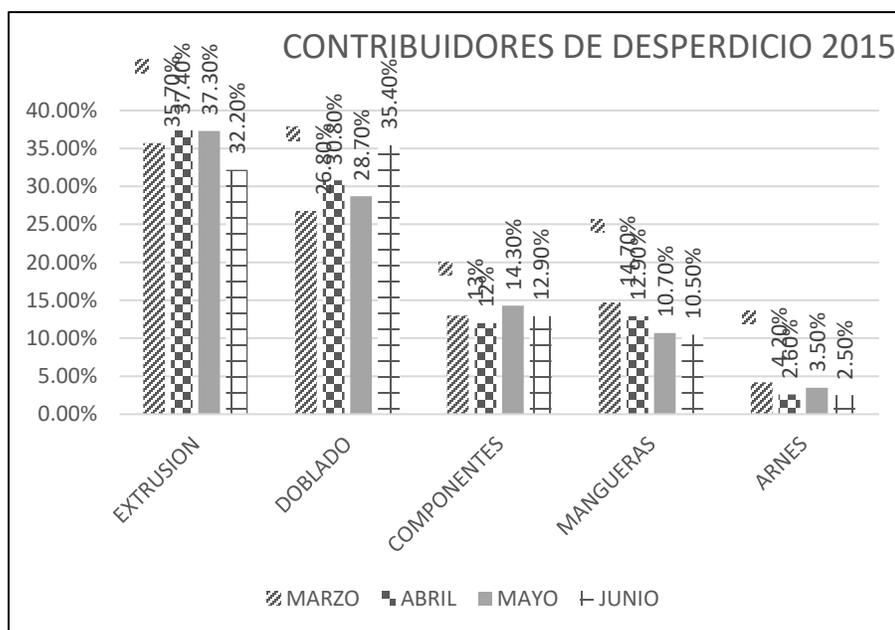


Fig. 2 Contribuidores de desperdicio de los meses marzo, abril, mayo y junio 2015 (Fuente CDMEX).

Posteriormente se analizó el área de extrusión, que es conformada por diferentes números de componentes, llegando a la conclusión de iniciar el trabajo con el componente 90-801200 debido a que es el mayor contribuyente de desperdicio entre los componentes. Ver figura 3.

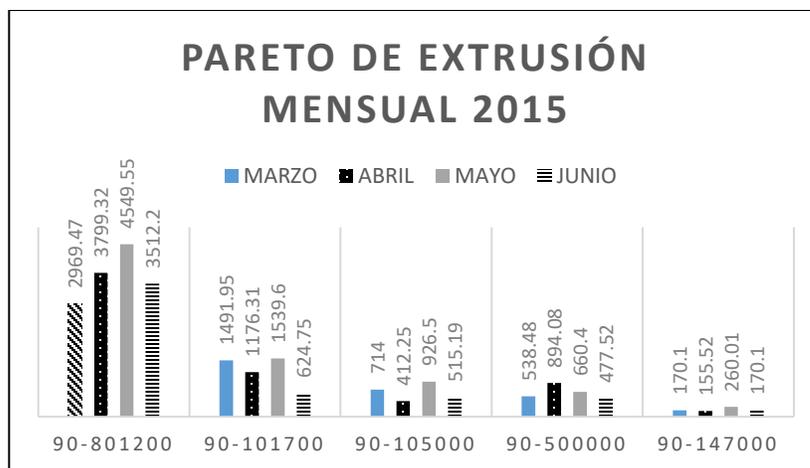


Fig. 3 Contribuidores de desperdicio de componentes de los meses marzo, abril, mayo y junio 2015 (Fuente CDMEX).

**Fase II (Medir):** La función principal de esta fase fue la evaluación del sistema de medición. El primer paso fue una prueba de normalidad de los datos y un análisis de la capacidad de proceso. Esto comenzó con la medición de diámetros externos de los tubos extruidos. Donde se demuestra la normalidad del conjunto de datos y el proceso muestra falta de capacidad realizados con Minitab®. Ver figura 4.

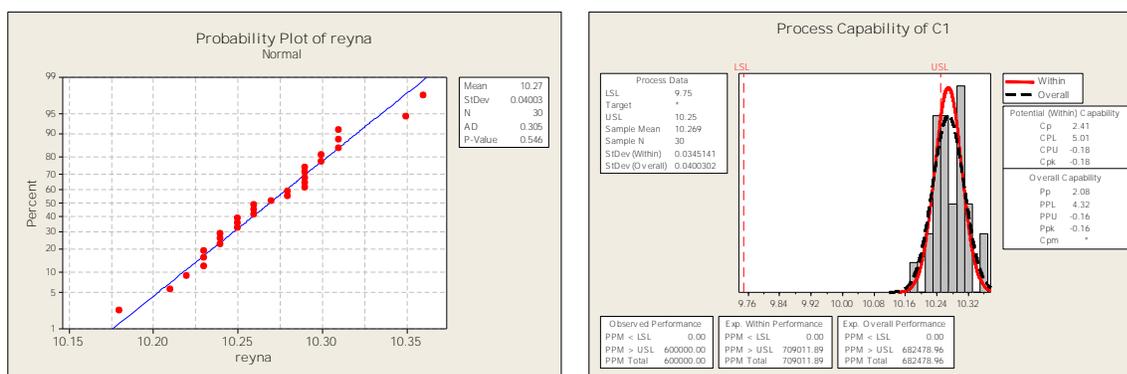


Fig. 4 Prueba de normalidad y capacidad del proceso.

La evaluación de repetibilidad y reproducibilidad (R & R) se llevó a cabo con 30 piezas de producción tomadas a diferentes horas, con tres operadores y tres repeticiones; resultados del estudio R & R realizada con Minitab® por ANOVA. Ver figura 5.

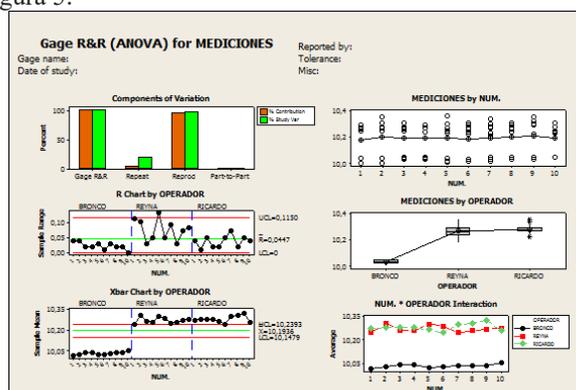


Fig. 5. Estudio R & R.

La Organización deberá utilizar los siguientes criterios de aceptación para evaluar los resultados del estudio inicial del proceso para procesos estables.

Resultados	Interpretación
Índice Cpk > 1.67	El proceso cumple actualmente con los criterios de aceptación
1.33 <= índice Cpk <= 1.67	El proceso podría aceptarse. Contactar al representante autorizado del cliente para una revisión del estudio de resultados.
Índice Cpk < 1.33	El proceso no cumple actualmente el criterio de aceptación. Contactar al representante autorizado del cliente para una revisión del estudio de resultados. Resultados esperados de acuerdo al manual AIAG (Automotive Industry Action Group, por sus siglas en inglés, organización a escala mundial para estandarizar y mejorar los procesos de la industria automotriz).

El resultado del índice Cpk no se encuentra dentro de los esperados de acuerdo al manual de la AIAG en el estudio de R & R. Además de las diferencias de las partes, que explican la mayoría de la variación. La repetitividad y reproducibilidad es muy pequeña y dado que los resultados son completamente inversos este sistema de medición tiene problemas de variación debido a la reproducibilidad que se refiere a las diferencias que existen entre las mediciones que realizan diferentes operadores en el mismo producto debido a que los operadores miden de forma diferente. Cuando las mediciones tienen problemas de medición por los operadores del instrumento generalmente es por el método.

**Fase III (Analizar):** Esta fase consistió en la búsqueda de los posibles factores que pueden estar afectando el diámetro externo de los tubos. Para la identificación de las posibles causas se prepararon diagramas de Pareto de los defectos.

Esta fase inicia con un diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa – efecto realizados con Minitab®. Ver figura 6.

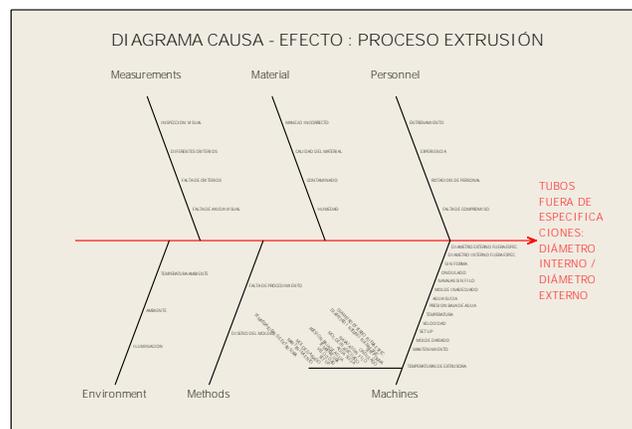


Figura 6. Diagrama de causa – efecto

Adicional a estos resultados, se agregan los resultados de la matriz causa – efecto que identifican al instrumento del sistema de medición, la ausencia de un reporte de desperdicio por turno y la falta de actualización de las instrucciones de trabajo las principales fuentes que propician el desperdicio del área.

Además del estudio de correlación lineal para determinar si el diámetro interior tiene alguna relación con el diámetro exterior. Obteniendo como resultado que no existe relación entre las variables de los diámetros.

**Correlations: DE, DI**

Pearson correlation of DE and DI = -0.016 = 0

Estudios realizados en Minitab®.

El coeficiente de correlación de Pearson se mide en una escala de 0 a 1, tanto en dirección positiva como negativa.

Un valor de 0 indica que no hay relación lineal entre las variables.

**Fase IV (Mejorar):** En esta fase se lleva a cabo la experimentación de cambios, resultados preliminares de la fase de análisis. Instrumento propuesto para la medición de diámetros interiores. Ver figura 8.



Figura 8: Instrumento (micrómetro graduado) para la medición de diámetros interiores.

La evaluación de repetibilidad y reproducibilidad (R & R) para el micrómetro graduado se llevó a cabo con 10 piezas de producción tomadas a diferentes horas, con tres operadores y tres repeticiones; resultados del estudio R & R realizada con Minitab® por ANOVA. Ver figura 9.

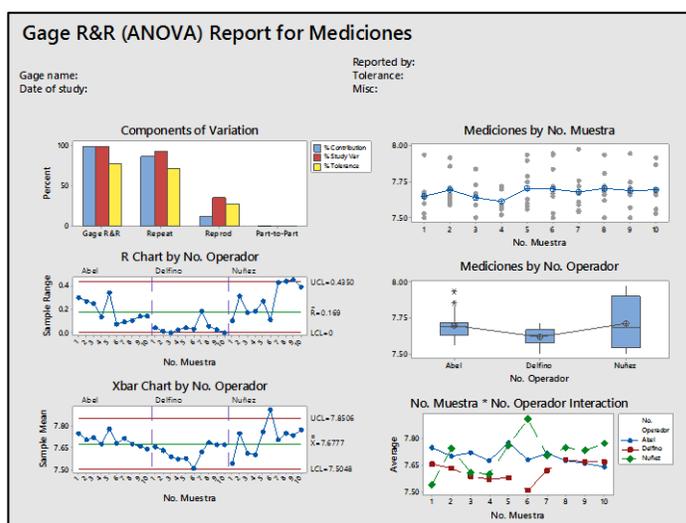


Fig. 9. Estudio R & R.

La diferencia de las partes, explica la mayoría de la variación. La reproducibilidad es muy baja por lo que se concluye que el problema en el sistema de medición es debido a que los operadores miden de forma diferente entre ellos, por lo que se atribuye el problema al método. La repetitividad es alta, por lo que el operador no tiene problemas para realizar las mediciones. En la categoría de contribución no debe exceder el 9% mientras que el porcentaje del estudio de variación tampoco excede el 30%, recomendado por Minitab® de acuerdo al Manual MSA de AIAG. El resultado preliminar indica que el problema se encuentra en el instrumento de medición.

**Conclusiones:**

Los resultados preliminares incluyen únicamente el primer análisis del sistema de medición con nuevo instrumento, motivo por el cual se recomienda seguir con la investigación. Adicionalmente se menciona que la etapa V de la metodología DMAIC no se incluye debido a que no se ha concluido la etapa IV.

**Bibliografía:**

Abdurrahman C., Tamer C., Mustafa S. (2011). Six sigma and personal experiences. Croacia: Intechopen.

Automotive Industry Action Group (2010). Manual MSA de la Automotive Industry Action Group (4ta. Ed.). Derechos Reservados © 1990, © 1995, © 2002 © 2010 Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

- Besterfield, D. (2009). Control de calidad. Mexico: Pearson.
- Cariño, R. (2007). Seis sigma y capacidad del proceso. Boletín informativo de Tendencias tecnológicas, 164-173.
- Evans J., Lindsay W. (2005). Administración y control de la calidad. México: Thomson.
- Gutiérrez H., De la Vara R. (2004). Control Estadístico de la calidad y seis sigma. México: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, H. (2005). Calidad total y productividad. Mexico: Mc Graw Hill.
- Holtz R., Campbell P. (2003). Six Sigma: Its implementation in Ford's facility management and maintenance functions. Journal of Facilities Management, Vol. 2 Iss 4, 320 - 329.
- Montgomery, D. (2009). Control Estadístico de la calidad. México: Limusa Wiley.
- Subramaniam, M. (2007). Administración total de la calidad (TQM) versus seis sigma. Metalforming, 48-53.
- Valles A., Noriega S., Sánchez J., Martínez E., Salinas J. (2007). Six sigma improvement project for automotive speakers in an assembly process. International Journal of Industrial Engineering, 182 - 190.
- Valles A., Sánchez J., Gómez B. (2009). Implementation of seis sigma in an manufacturing process: study case. International of Industrial Engineering.

## Aplicación del modelo DOE en el proceso de termo formado para la mejora de la productividad

A. Serrato Ulloa<sup>1</sup>, A. J. Martínez Martínez<sup>2</sup>, M. Tapia Esquivias<sup>3</sup>

**Resumen—** En este trabajo, se utilizará un diseño de experimentos 2k para mejorar significativamente el desempeño del proceso de fabricación de la pieza dentalreplacer. Se seleccionarán 5 variables: presión, temperatura del horno, tiempo de calentamiento, vacío y tiempo de prensado; para modificar el proceso de acuerdo al modelo utilizado. Con este estudio, se espera determinar una disminución de 90% del número de piezas defectuosas y una reducción de costos del 15%.

### Introducción

La empresa Amra Internacional S.A. de C.V ubicada en la Calle Pípila #8 Col San Antonio San Miguel De Allende. Ofrece equipo no electrónico para uso médico dental.

Cuenta con tres tipos de productos médicos los cuales son:

1. Dental replacers: Este tiene la función de mantener la boca del difunto cerrada ya que con los reflejos postmortem puede llegar a causar que esta se abra. Con este tipo de producto se evita el uso de diferentes técnicas para mantener cerrada la boca.
2. Eye replacers: Este producto tiene la misma función que el primero con la única diferencia como su nombre lo indica se usa en los ojos.
3. Tornillo con cuerda cónica: Este producto tiene como función el drenar los fluidos corporales del difunto para realizarle un lavado interno y así evitar una descomposición más acelerada

Todos estos productos son enviados a diferentes estados norteamericanos y a Europa. Son productos que ayudan a “preparar” el cuerpo de un muerto para que se conserve durante su velorio.

Amra Internacional indicó que se tiene un grave problema al momento de manufacturar la pieza, pues el 15% de la pieza se ve dañado al momento de termo formarse. Dando como resultado graves problemas económicos para la empresa.



El Protector Bucal se realiza con unas láminas de un PET especial las cuales se introducen a una maquina termo formadora la cual funciona a base de resistencias para generar calor y así pueda hacer que la lámina sea moldeable para que luego unos pistones la presionen contra un molde al cual también se le aplica vacío para generar la forma deseada.

Estas laminas ya terminadas cuentan con tres filas y en cada fila hay diez moldes; estas son cortadas en filas para posteriormente ser llevadas a una maquina llamada troqueladora donde son pasadas de una en una y a su vez de molde en molde para que dicha máquina que ya cuenta con un molde de corte para que pueda realizar un corte preciso y así obtener un producto final.

El problema es que a la hora de estar haciendo los moldes en la maquina termo formadora algunos no se adhieren bien al molde hembra entonces presentan deformaciones en los extremos. Estas deformaciones que se presentan

siempre son en los moldes de los extremos de las láminas y que por lo regular siempre son más de 5 los moldes que salen con dicha deformidad por lamina.

Esto representa un problema muy grave ya que a la hora de cortarlos con la troqueladora los moldes que presentan esta deformidad no pasan las normas de calidad con las que cuenta la empresa y por ende este problemas de calidad se traducen en problemas de perdida para la empresa ya que esto se convierte en "stock" por qué el producto defectuoso ya no puede ser reprocesado y es una pérdida de dinero importante.

### Descripción del Método

El diseño de experimentos (DOE) es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos. Esta metodología sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con nuestras expectativas usando el mínimo número de experimentos o pruebas. DOE es muy útil cuando tenemos entre manos un producto complicado cuyo resultado puede depender de una gran cantidad de variables que no controlamos y que debemos ajustar para optimizarlo.

Al utilizar el diseño de experimentos y de acuerdo al análisis del proceso se determinó utilizar un diseño de experimentos  $2^k$  con una réplica. (Douglas C. Montgomery)

### DETERMINACIÓN DE LA VARIABLE DE RESPUESTA

En base al problema se seleccionó la longitud de una pieza de dentalreplacer como variable de respuesta debido a que tiene una mayor variabilidad a la hora de hacer estas piezas.

Para medir la longitud del molde se usó una cinta métrica la cual esta graduada en centímetros (cm) y en milímetro (mm) las cuales son unidades del Sistemas Internacional (SI).

Para lograr medir la variabilidad que había entre la longitud del molde se tuvo que seleccionar el molde de acuerdo al estándar de calidad que maneja la empresa el cual son 15.cm de longitud y así restar las demás longitudes para obtener la variabilidad.

### DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES Y NIVELES

Los factores que se eligieron son:

(E) =La temperatura de la maquina termo formadora se decidió que se manejara a 2 niveles que fue a 42 y 43% ya que de acuerdo al operario y al encargado el 42 es el ideal pero se manipulo a 43 para ver qué efecto tenía en el experimento.

(C) =La presión a la hora de prensar los moldes se manejaron a dos diferentes niveles que fueron a 100 y 95 psi esta presión es la que ejerce una compresora que hace que los pistones bajen y hagan la presión adecuada.

(B) =El vacío también es otro factor que se tomó en cuenta y esta variable existen varias unidades en que se mide pero en esta empresa lo manejan en MMHg pero nosotros no controlamos el vacío en sí, si no controlamos la veces que este se aplica en el proceso y los niveles a los que se decidió controlar fueron dos que fueron 2 y 4 veces las que se aplicaría este factor.

(D) =El tiempo de prensado que se le aplica al molde también se decidió tomarse en cuenta ya que puede afectar en este experimento y se manejó a dos niveles que fueron entre 6 y 9 segundos el tiempo que tardaría prensando.

(A) =El factor del tiempo que tarda la lámina calentándose es otro factor muy importante que se decidió tomar en cuenta ya que de esto depende la maleabilidad de la lámina y también se manejó a dos niveles que fueron a 28 y 32 segundos respectivamente.

Tabla de factores

FACTOR	NIVEL (-)	NIVEL (+)	UNIDADES
Presión (C)	95	100	Psi
Temperatura del Horno (E)	42	43	%
Tiempo de calentamiento (A)	28	32	Segundos
Vacío (B)	2	4	Repeticiones MMHg
Tiempo de prensado (D)	6	9	Segundos

### Comentarios Finales

De acuerdo al análisis de los datos que arrojo este experimento se puede llegar a la conclusión que el factor de la temperatura del horno (E) y las interacciones entre los factores vacío (B), presión(C) y temperatura del horno (E)

son significativas en este experimento por lo que estas son los principales factores que provocan la deformación de los moldes.

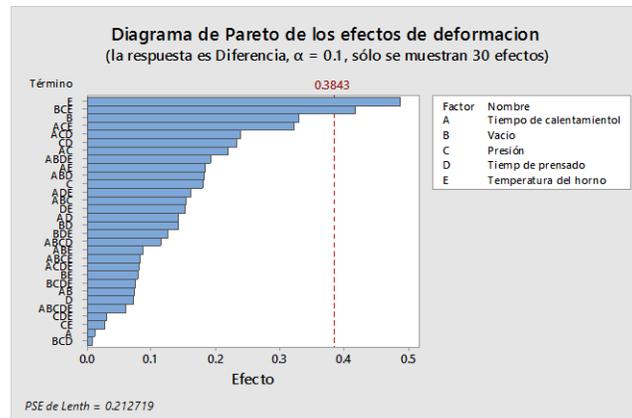
Para que el producto cumpla con las especificaciones y normas de calidad que la empresa maneja para satisfacer a los clientes se recomienda manejar los niveles de los factores como el experimento lo indica y esto es como siguen.

El tiempo de calentamiento (A), como no afecta en el experimento se debe mantener en un nivel bajo ya que esto tendrá un mejor rendimiento en el proceso; el factor (D) tiempo de prensado al igual que el primero no afecta y por lo tanto se puede mantener en el nivel bajo para un mejor rendimiento.

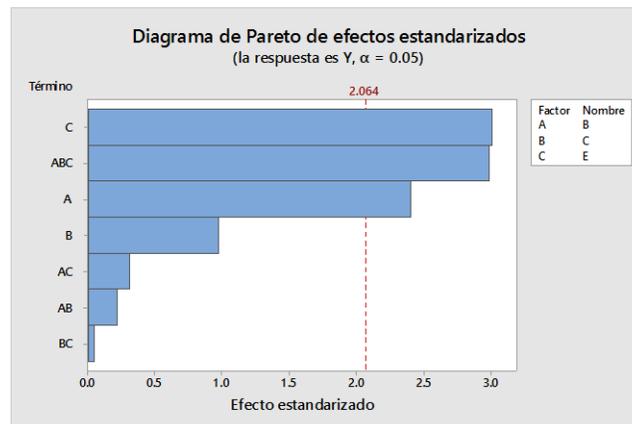
El factor (B) vacío que si afecta para que el producto salga bien el análisis arroja que se debe mantener en un nivel bajo al igual que el factor (c) la presión también se debe mantener en un nivel bajo.

El factor más significativo es (E) la temperatura del horno pero también se tiene que mantener en el nivel bajo para un mejor resultado y se puede mover al nivel alto con todos los demás en el bajo para ver qué efecto tiene pero eso es solo para ver si resulta en algo mejor.

Por lo tanto se concluye que hay que mantener los factores en un nivel bajo para así obtener un resultado favorable es decir si deformaciones y también una mayor eficiencia ya que al ser bajos los niveles son con menor tiempo y por lo tanto más producción.



El análisis de diagrama de Pareto muestra cuales de los factores son significativos y cuáles no. Se puede observar con claridad que la “temperatura del horno (E)” y la interacción de “vacío, presión y la temperatura del horno (BCE)” Son significativos por tanto se concluye que estos afectan significativamente a la variable de respuesta.



Con el diseño de colapsación reducimos 2 variables, lo cual arrojo en el diagrama de Pareto los mismos resultados mostrados, indica que la significancia siguen siendo BCE Y E, Por lo cual el vacío no presenta una significación demasiada por lo cual no se toma en cuenta.

### Referencias

Montgomery C. Douglas, "Diseño de experimentos,".

### Notas Biográficas

**Andrea Serrato Ulloa** es alumna del Instituto Tecnológico de Celaya, estudia el 8vo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial, cuenta con un nivel de inglés del 80%.

**Artemio Juan Martínez Martínez** es alumno del Instituto Tecnológico de Celaya, estudia el 12vo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial.

**Moisés Tapia Esquivias** es profesor en el Departamento de ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, su maestría la realizó en Sistemas de Calidad en el ITESM, trabaja en la línea de investigación de Estadística y Calidad, actualmente imparte la materia de "Sistemas de Calidad" y "Planeación y diseño de Instalaciones" en la Maestría de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya.

# Estudio experimental de coeficiente de fricción para un Acero base 5% Cr, aplicando cargas variables de 196, 294 y 392N, y velocidades de 0.18, 0.36 y 0.54 m/seg

Dr. RUMUALDO SERVIN-CASTAÑEDA<sup>1</sup>, Dr. ISMAEL CALDERON-RAMOS<sup>2</sup>, Dr. FABIAN EQUIHUA-GUILLEN<sup>3</sup>, Dr. ADRIAN M. GARCIA-LARA<sup>4</sup>, M.C MARIO A. BARRERA-MORENO<sup>5</sup>

## RESUMEN

El trabajo consiste en analizar el coeficiente de fricción en función de la Carga Normal y Velocidad de deslizamiento para un Acero con elemento de aleación base de 5% Cr, aplicando el método Block on Disk de acuerdo a la norma ASTM D2714, los parámetros de prueba son: 196N, 294N y 392N de carga, durante 800 segundos; ambiente seco con velocidades de 0.18 m/seg, 0.36 m/seg y 0.54 m/seg. El coeficiente de fricción se incrementa linealmente 23.25% de 0.214 a 0.266 cuando la carga se incrementa de 196N a 392N; el mismo fenómeno se observa cuando el coeficiente de fricción se incrementa 47.82% de 0.23 a 0.34 cuando la velocidad de deslizamiento se incrementa de 0.18 m/seg a 0.54 m/seg. Existe proporcionalidad entre el incremento de carga y velocidad de deslizamiento, ya que se incrementó el coeficiente de fricción de 23.25% para el incremento en carga de 196N a 392N corresponde a un 100%, mientras que el incremento del coeficiente de fricción de 47.82% para un incremento en la velocidad de 0.18 m/seg a 0.54 m/seg le corresponde un 200%.

**Palabras Clave:** Coeficiente de fricción, Block on disk, Carga Normal, Velocidad de deslizamiento.

## INTRODUCCION

El contacto mecánico es uno de los principales fenómenos que producen altos coeficientes de fricción; este principio se presenta en cualquier sistema que está expuesto a cargas o movimientos dinámicos, tales como maquinarias y equipos utilizados para la construcción, procesos de manufactura, transporte, servicios diversos e inclusive nuestro cuerpo está sometido a movimientos rotatorios que producen fricción.

Desde el punto de vista de la investigación científico-tecnológica, en las últimas décadas, se ha producido un creciente interés sobre el tema de la fricción, el desgaste y la lubricación; realizándose un esfuerzo considerable en la determinación de sus causas y prevenir sus consecuencias.

El coeficiente de fricción, es un fenómeno inevitable, que se presenta en todo momento en que dos superficies interactúan. Normalmente, el desgaste no ocasiona fallas violentas, pero genera consecuencias funcionales como reducción de eficiencia, mayor consumo de energía, pérdidas de potencia y la generación de calor de los componentes, debido al aumento de los coeficientes de fricción; este fenómeno se hace crítico cuando no existe lubricación entre las dos superficies en contacto.

La ASTM considera que el coeficiente de fricción abrasivo es debido a partículas o protuberancias duras que son forzadas y movidas a lo largo de la superficie de un sólido blando, teniendo como resultado una pérdida de material o rayado de la misma [1].

Hindú S. Wirokanupatump; hizo pruebas de desgaste, donde compara el fenómeno de abrasión en condición seca y húmeda, en un acero de medio contenido en carbón, confirmando que el desgaste y coeficiente de fricción cambian cuando se varían los parámetros operacionales, tales como: carga, tamaño, forma y dureza del abrasivo [2].

Deuis et al; realiza una comparación entre el comportamiento del coeficiente de fricción en un medio seco y húmedo para recubrimientos sobre aluminio, observando que el desgaste en un ambiente húmedo es menor que en el seco, esto se debe a la generación de calor y consideraciones hidrodinámicas, así como a diferencias en la arena abrasiva utilizada durante su experimento [3].

<sup>1</sup>Doctor en ciencias de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Coahuila, Email: [romualdoservinc@prodigy.net.mx](mailto:romualdoservinc@prodigy.net.mx), (Autor correspondiente) Monclova Coahuila, México.

<sup>2</sup>Doctor en ciencias en Metalurgia y Materiales, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Coahuila, Email: [ing.ismael.calderon@gmail.com](mailto:ing.ismael.calderon@gmail.com), Monclova Coahuila, México.

<sup>3</sup>Doctor en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Coahuila, Email: [fabianequihua@gmail.com](mailto:fabianequihua@gmail.com), Monclova Coahuila, México.

<sup>4</sup>Doctor en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Coahuila, Email: [adrianmoisesgarcialara@gmail.com](mailto:adrianmoisesgarcialara@gmail.com), Monclova Coahuila, México.

<sup>5</sup>Maestro en ciencias de la Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Coahuila, Email: [barrera160905@hotmail.com](mailto:barrera160905@hotmail.com) Monclova Coahuila, México.

Hirpa G. Lemu, comprobó también que en ambiente húmedo el coeficiente de fricción es menor que en ambiente seco, y afirma que la fuerza de fricción se incrementa en función del tiempo [4]; Asaduzzaman Ch. M., determino que aunque se varié la carga normal y la velocidad de deslizamiento, la fuerza y el coeficiente de fricción se estabilizan después de 13 minutos de permanecer en contacto los materiales [5-7].

E. Forlerer, R. Auras, R. Montero, S. Calderon y C.E. Schvezov; efectuaron ensayos de desgaste por fricción en una máquina block on ring con lubricación de aceite mineral en un aleación ZA27 reforzada con precipitados de Si, Cu y partículas de SiC de un tamaño medio de 5 micras. Comprobaron que el material más reforzado es el más resistente al desgaste, y el coeficiente de fricción sin reforzar es de  $\mu=0.15$ , mientras que para los materiales reforzados es de  $\mu=0.12$  y  $\mu=0.08$  [8].

La máquina T-05 Block on ring Wear Tester es de gran interés porque examina las propiedades tribológicas en distintos medios, así como la resistencia al desgaste de los materiales utilizados y la resistencia a la abrasión. Existen varios métodos para analizar el desgaste y las variables que lo generan para los diferentes tipos de contacto mecánico, en este caso en particular, se utilizo el método Block on Ring, el cual se ajusta a la Norma ASTM D2714, cuyo objetivo es desarrollar tecnológicamente un material que tenga un coeficiente de fricción menor y por consiguiente mejore sus propiedades mecánicas para sistemas expuestos con este principio, tales como las ruedas de las grúas viajeras o trenes de ferrocarril, sistemas de transporte de maquinaria diesel, etc.

### MARCO TEORICO

La palabra fricción proviene del latín “Fricare” que significa rozamiento o frotamiento. Se manifiesta como una pérdida gradual de energía cinética cuando dos cuerpos se encuentran en contacto y movimiento relativo. Definiéndose como: la fuerza de resistencia al movimiento de un cuerpo, cuando este se desplaza sobre otro, siendo ésta fuerza tangencial a la interface y en sentido contrario al desplazamiento. Ocasionando un consumo de energía, por ello es que a dicha fuerza se le puede definir, basándose en la primera ley termodinámica, como; el trabajo realizado debido a la fuerza de fricción, es igual a la suma del incremento de la energía interna y la energía disipada (Calor o incremento de temperatura) [1].

Cabe señalar que el coeficiente de fricción para metales, como lo señala la 3ª ley de fricción, es independiente a la velocidad de deslizamiento, pero solo hasta 10 m/s, ya que después de este valor, el coeficiente de fricción disminuye cuando aumenta la velocidad [9]. Stembalski M. comprobó este principio en su estudio Determination of the friction coefficient as a function of sliding speed and normal pressure for steel C45 and steel 40HM [10].

El coeficiente de fricción estático  $\mu_s$ , se obtiene mediante la colocación de un cuerpo sobre un plano inclinado, como se muestra en la Figura 1.

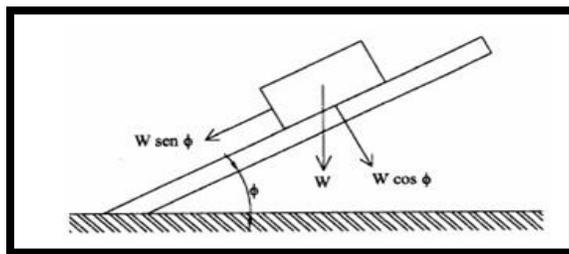
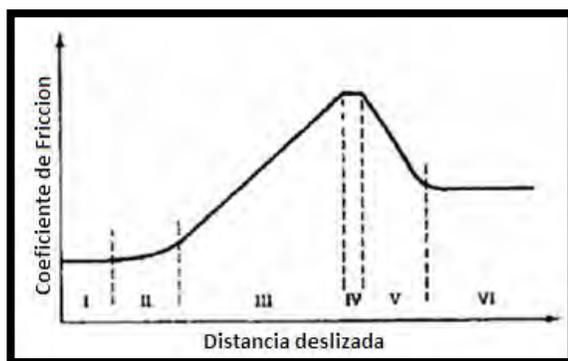


Figura 1. Representación del ángulo de fricción

Al incrementarse el ángulo de inclinación  $\phi$ , hasta donde comienza a desplazarse el objeto; en esta posición se determina el coeficiente de fricción estático, por medio de la siguiente forma [11]:

$$\mu_s = \frac{W \text{sen} \phi}{W \text{cos} \phi} = \tan \phi \quad \text{Ec.1}$$

Existen tres mecanismos para la fricción, que son adhesión, abrasión y fatiga; en el caso que exista entre ellas un lubricante, se considera un cuarto mecanismo, el de lubricación. La fuerza de fricción total resulta de la suma de las fuerzas generadas por cada uno de los cuatro mecanismos. Dividiendo cada una de estas fuerzas de fricción entre la carga aplicada, se obtienen los respectivos coeficientes de fricción. Se ha observado, en resultados experimentales, que éstos varían con respecto al tiempo y se clasifican por etapas en combinación entre los mecanismos mencionados, como se muestra en la figura 3 [12].



**Figura 2.** Coeficiente de fricción en función de la distancia deslizada

La medición de las fuerzas de fricción y el cálculo de los coeficientes de fricción son frecuentemente respaldados por los diferentes tribómetros, aplicando pruebas estandarizadas, como por ejemplo las establecidas por American Standard Testing Materials (ASTM), o bien, otras organizaciones, tales como American National Standards Institute (ANSI) e International Organization for Standardization (ISO) [11].

Para el cálculo del Coeficiente de fricción se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mu = \frac{f_r}{N} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$\mu$  = Coeficiente de fricción

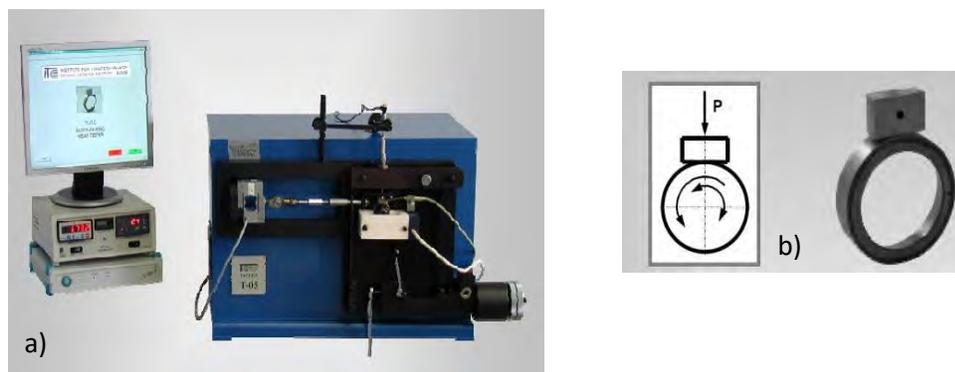
$f_r$  = Fuerza de fricción

$N$  = Fuerza normal aplicada

### METODOLOGIA

Se prepararon treinta probetas, quince para probarse a una velocidad de deslizamiento fija de 0.18 m/Seg con cargas variables de 196N, 294N y 392N, durante un tiempo de 800 Segundos (13.33 Minutos); y las otras quince para probarse a una carga fija de 294N con velocidad variable de 0.18 m/seg, 0.36 m/seg y 0.54 m/seg.

El sistema tribológico consiste en el bloque estacionario, hecho del material ensayado (en nuestro caso Acero 5%Cr y Hierro 1.5%Cr 5.5%Ni), presionado en la carga P contra el anillo (en nuestro caso Acero D2), el equipo utilizado para el ensayo es la maquina T-05 Block-on-Ring wear tester, la cual se muestra gráficamente en la figura 3 a), y la ilustración del tribosistema en la figura 3 b). En dicho ensayo se hace girar el anillo con velocidad oscilante contra el bloque estacionario el cual durante todo el ciclo está sometido a carga constante, tomándose mediciones de fuerza de contacto y temperatura por medio de sensores almacenando los valores en el CPU. Los ensayos se realizan en un tribómetro con ausencia de lubricante. Los parámetros de prueba cumplen con la norma ASTM D2714.



**Figura 3.-** Máquina T-05 Block-On-Ring y su tribosistema

### RESULTADOS

En las gráficas de la Figura 4, se pueden ver los resultados promedio de los ensayos realizados con cinco probetas a 196N, cinco probetas con 294N y cinco probetas con 392 N; para todos los casos el tiempo de la prueba fue de 800 segundos con velocidad de deslizamiento fija de 0.18 m/seg. El comportamiento es muy similar en todos los casos, durante los primeros 450 segundos se observa el tiempo de estabilidad, posteriormente el coeficiente de fricción tiende a estabilizarse y se mantiene estable después de los 720 segundos aproximadamente (12 minutos). Los valores del coeficiente de fricción se muestran en la Tabla 1, los cuales son de 0.214, 0.231 y 0.266 para las cargas de 196N, 294N y 392N respectivamente; estos mismos valores se representan gráficamente en la Figura 5, en donde se puede apreciar el incremento lineal del coeficiente de fricción en un 23.25% para un incremento de carga de 100%. Aquí se puede observar también que para la carga mayor de 392N se genera mayor inestabilidad en el ensayo, alcanzándose el punto crítico en los 320 segundos; sin embargo se estabiliza posteriormente siguiendo el patrón antes descrito.

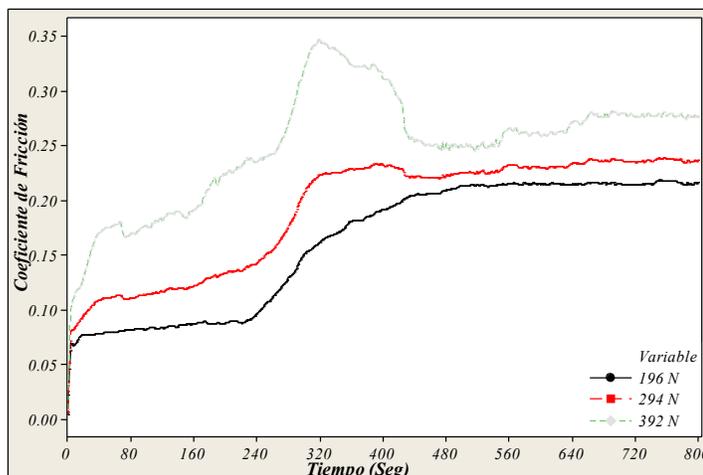
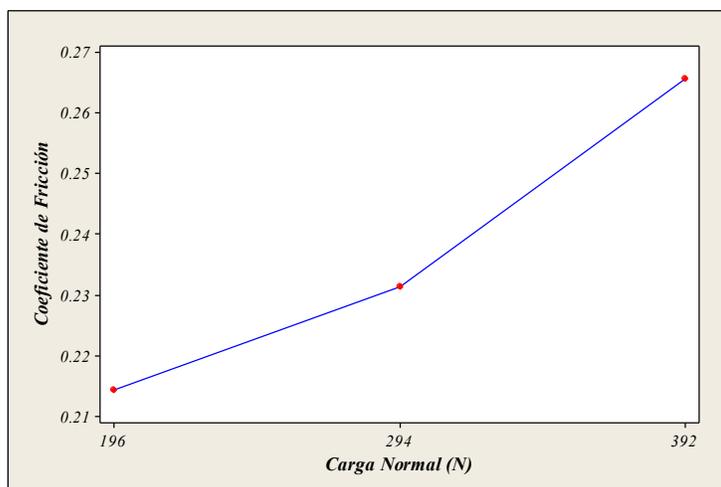


Figura 4.- Coeficiente de fricción en función de la carga normal variable

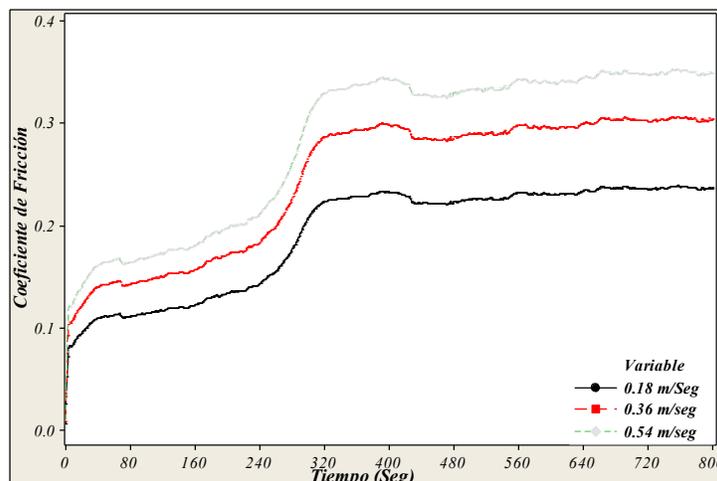
Tabla 1. Valores del coeficiente de fricción para cargas normales variables y velocidad de deslizamiento constante de 0.18 m/seg.

Carga Normal (N)	Coeficiente de Fricción
196	0.214
294	0.231
392	0.266



**Figura 5.-** Incremento del coeficiente de fricción en función de la carga normal

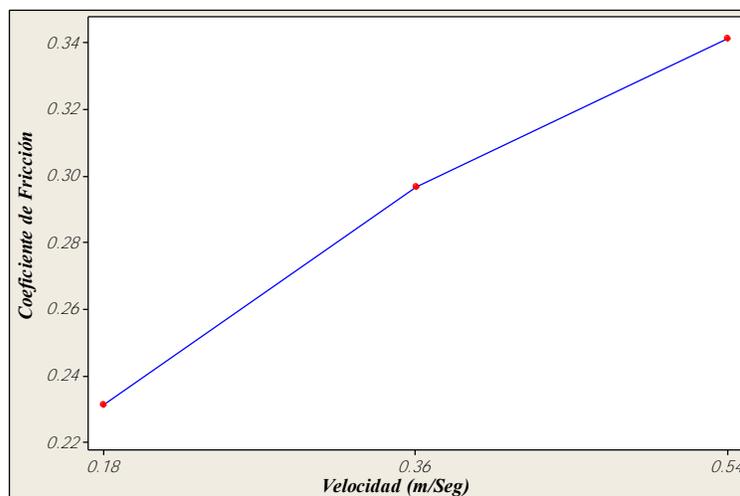
En las gráficas de la Figura 6, se pueden ver los resultados promedio de los ensayos realizados con cinco probetas a 0.18 m/seg, cinco probetas con 0.36 m/seg y cinco probetas con 0.54 m/seg; para todos los casos el tiempo de la prueba fue de 800 segundos con carga normal fija de 294N. El comportamiento es similar en todos los casos, durante los primeros 450 segundos se observa el tiempo de estabilidad, posteriormente el coeficiente de fricción tiende a estabilizarse y se mantiene estable después de los 720 segundos aproximadamente (12 minutos). Los valores del coeficiente de fricción se muestran en la Tabla 2, los cuales son de 0.231, 0.296 y 0.341 para las velocidades de deslizamiento de 0.18 m/seg, 0.36 m/seg y 0.54 m/seg respectivamente. Estos mismos valores se representan gráficamente en la Figura 7, en donde se puede apreciar el incremento lineal del coeficiente de fricción en un 47.61% para un incremento de velocidad de 200%.



**Figura 6.-** Coeficiente de fricción en función de la velocidad de deslizamiento variable

**Tabla 2.** Valores del coeficiente de fricción para velocidades de deslizamiento variable y carga normal constante de 294N.

Velocidad de deslizamiento (m/seg)	Coeficiente de Fricción
0.18	0.231
0.36	0.297
0.54	0.341



**Figura 7.-** Incremento del coeficiente de fricción en función de la velocidad de deslizamiento

### CONCLUSIONES

- Los valores del coeficiente de fricción desde 0.215 hasta 0.231, están dentro del parámetro normal comparándolos con los obtenidos para ensayos de contacto mecánico de Acero sobre Acero publicados por Tabor D. en *Friction mechanisms, effect of lubricants*, Tribology Handbook, el cual es de 0.215 para un ambiente seco [13]; mientras que los valores de 0.265 hasta 0.341 están ligeramente arriba de los resultados obtenidos por Tabor D, esto es debido al incremento de la velocidad de deslizamiento.
- Cuando los materiales entran en contacto se va desprendiendo pequeñas partículas de las crestas de los materiales debido a la rugosidad, esta característica se presenta hasta que se produce un pulido entre ambas superficies de desgaste, este fenómeno ha sido estudiado por R.D Arnell, quien ha demostrado la influencia del tamaño del abrasivo, y establece que el coeficiente de fricción es directamente proporcional al tamaño de grano hasta el punto conocido como tamaño crítico del abrasivo; a partir de este punto el coeficiente de desgaste se mantiene constante [14], y también es confirmado por Shravan H. Gawande y Mohammad Azaduzzaman Chowdhury, donde establecen que el coeficiente de fricción se incrementa en función de la carga y después de un determinado tiempo permanecerá constante por el resto del ensayo, variando dependiendo del tipo de material analizado [15-16]. Este principio se pudo comprobar para los dos casos de análisis ya que las fuerzas de fricción después de 720 segundos, se mantuvieron constantes hasta terminar las pruebas, tal como se observa en las figuras 4 y 6.
- El coeficiente de fricción se incrementa proporcionalmente a la carga y velocidad de deslizamiento; pero también se observa que entre mayor sean la carga y la velocidad de deslizamiento la inestabilidad del ensayo es mayor en el inicio de la prueba durante los 720 segundos, esto lo podemos comprobar en la grafica de la figura 4, para la carga de 392N y ligeramente se pueden observar picos en la grafica de la figura 6, para la velocidad de 0.54 m/seg.

### REFERENCIAS

- [1] ASM, ASM Handbook Vol. 18, Friction, Lubrication, and Wear Technology, ASM International. USA, 1992.
- [2] Wirojanupatump S., A direct comparison of wet and dry conditions with the rubber and steel, *Wear* 223-235,pg. 655-665, 1999.
- [3] Deuis R.L., Subramian C., Three-body abrasive wear of composite coatings in dry and wet environments, *Wear* 214, pg. 112-130, 1998.
- [4] Hirpa G.L, Trzepieciniski T., Numerical and experimental study of Friction Behavior in Bending Under Tension Test, *Journal of Mechanical Engineering*, 59 (1), 41-49, 2013.
- [5] Asaduzzaman Ch. M., Muhammad N.D., Kumar R.B, Asraful I., Zakir H., Rakibul H.M.; Experimental investigation of friction coefficient and wear rate of stainless steel 202 sliding against smooth and rough stainless steel 304 counter-faces, *Friction an wear research*, Vol.I Iss3, 34-41, 2013.
- [6] Asaduzzaman Ch. M., Muhammad N.D., Kumar R.B, Mostafizur R.M, Shahin M.M., Rashed M.M., Bhumik S., Experimental investigation of friction coefficient and wear rate of different sliding pairs, *World Applied Sciences Journal*, 28 (5), 608-619, 2013.
- [7] Chowdhury M.A, Nuruzzaman D.M., Roy B.K., Samad S., Sarker R., Rezwan A.H.M; Experimental investigation of friction coefficient and wear rate of composite materials sliding against smooth and rough mild steel counterfaces; *Tribology in industry*; Vol. 35No.4, 286-296, 2013
- [8] Forlerer E., Auras R., Montero R., Calderon S. y Schvezov C.E., Desgaste por fricción en la aleación de Zn-Al:ZA27 y en un compuesto de ZA27 reforzado con Si y CSi., pg. 451-458, Agosto de 2000.
- [9] Hutchings. *Tribology: Friction and wear of engineering materials*, Edit. Great Britain, 1992.
- [10] Stembalski M., Pres' P., Skoczyn' ski W., Determination of the friction coefficient as a function of sliding speed and normal pressure for C45 and steel 40HM, *Archives of civil and mechanical engineering*, 13, 444-448, 2013.
- [11] Bayer R. G., *Mechanical wear prediction an prevention*, Edit Marcel Dekker, 1944.
- [12] Suh N.P., *Tribophysics*, Edit. Prentice Hall, USA, 1986.
- [13] Tabor D., *Friction mechanisms, effect of lubricants*, Tribology Handbook, Neale, M. J., Ed. Butterworth and Co. Publishers Sección F3, USA 1973.
- [14] Arnell R.D.. *Tribology Principles and Desing Applications*, Edit. Macmillan, U.K. 1991.
- [15] Rajesh S. Gopse, Shravan H. Gawande, Appasaheb A. Keste, Tribological behavior of high fraction carbon steel alloys, Springer International Publishing Switzerland, *J Bio Tribo Corros* (2016)2:3.
- [16] Dewan Muhammad Nuruzzaman, Mohammad Asaduzzaman Chowdhury, Md. Mostafizur Rahman, Md. Arefin Kowser and Biplov Kumar Roy; Experimental investigation on friction coefficient of composite materials sliding against SS201 and 301 counterfaces; Elsevier, *Procedia Engineering* 105(2015) 858-864.

# Planeación de Requerimientos de Materiales y Suministros en las Cabinas de Pintura: Caso Industria de fabricación de muebles de madera de la región sur del Estado de Chihuahua

M.C. María Leticia Silva Ríos<sup>1</sup>, M.C. Jorge Tomas Gutiérrez Villegas<sup>2</sup>, EII Omar Alberto Cordero Rodríguez<sup>3</sup>

**Resumen-** Toda empresa tiende a ser más competitiva, incrementando la calidad en procesos y servicios, la empresa de rubro de fabricación de muebles de la región sur del Estado de Chihuahua, trabaja por proceso y bajo pedidos. En el proceso de pintado se detectó que existía mucho desperdicio de pintura y suministros así como la falta de los mismos, no existía una programación de cuándo hacer el trabajo, cuándo entregarlo y las entregas no eran a tiempo, lo que repercutía directamente en la economía de la empresa. Por lo que se abocó a disminuir desperdicios mediante la aplicación de la herramienta MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales), satisfacer al cliente en cuanto a un servicio de entrega de productos a tiempo, determinando con exactitud la cantidad de pintura y suministros necesarios para la fabricación del producto. Se disminuyó el desperdicio, inventario o la falta de material en cabinas, logrando reducir costos

**Palabras Clave-** MRP, desperdicio, inventario,

## Introducción

Según Cuatrecasas L.A. (2012) no es exagerado decir que el rendimiento y la competitividad de las empresas emanan, en gran medida, de las actividades de su sistema productivo, donde se genera el valor añadido, objetivo básico de la empresa, todo aumento del mismo redundaría necesariamente en una mayor competitividad para la empresa. Las actividades conducentes a obtener el producto se desarrollan en un sistema productivo, estas están constituidas por las operaciones, que a su vez se llevan a cabo formando parte de los procesos, con lo cual se puede decir que estos constituyen las agrupaciones de actividades que integran la producción. La manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble, según Grover M.P. (1997). De igual manera Gutiérrez P.H. (1997) menciona que es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas, dichas características pueden ser de naturaleza muy variada, tales como la forma de densidad, la resistencia, el tamaño o la estética, para lo cual se requiere tener una muy buena planeación, programación y control. Haciendo esto se puede definir la adquisición de los recursos necesarios y disponibles en el mercado para el mejor desempeño de la actividad humana. Por lo tanto, identificar los factores que puedan entorpecer o dificultar la actividad de adquirir material, con el suficiente tiempo, para evitar demoras o inconvenientes en producción, es sumamente importante. Según Sipper R.L. y Bulfin L (1994), establecer una política de adquisiciones considerando las necesidades de material y otros es importante en la administración de la organización. Por esta razón, se deben considerar el manejo de inventarios y abastecimiento de materiales, que permitan científicamente establecer parámetros de control.

Como consecuencia de lo anterior se han ideado técnicas y herramientas que proveen un soporte muy útil para el desarrollo de la mejora continua, hasta llegar a crear sistemas muy avanzados y sofisticados para la planeación y el control de la producción, una de ellas es la herramienta del MRP (Planeación de los requerimientos de materiales). Según Hopeman R.J. (1986), dice que para una ventaja competitiva, la planeación de requerimientos de materiales toma los requerimientos de los productos finales del plan maestro de producción y los descompone en sus partes componentes y subensamblajes para crear un plan de materiales, en el plan especifica cuándo se deben de colocar las órdenes de producción y de compra de cada parte y subensamblajes para terminar los productos a tiempo. Cuando el cliente pide un producto de una compañía se crea una demanda no solo para el producto sino también para todos sus materiales y partes componentes de tal manera que se convierte la demanda independiente del producto que viene de fuera de la empresa, en la demanda dependiente para los materiales y partes componentes requeridas para fabricar el producto. La estrategia del MRP, es tomar la lista de materiales que registran todas las partes componentes, multiplicarla por la demanda para generar los requisitos de partes y materiales, revisar éstas cantidades contra inventarios actuales y trabajo en proceso y ajustar el programa de acuerdo a ello.

<sup>1</sup> M.C. María Leticia Silva Ríos es catedrático de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Parral, Hidalgo del Parral, Chihuahua. lety\_silvarios@hotmail.com (Autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.C. Jorge Tomas Gutiérrez Villegas es catedrático de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Parral, Hidalgo del Parral, Chihuahua. jtguvi@hotmail.com

<sup>3</sup> EII Omar Alberto Cordero Rodríguez estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Parral, Hidalgo del Parral, Chihuahua. Omarcordero257@gmail.com

Según. Buffa E.S., Rakesh K. S. (1992) el objetivo gerencial al utilizar la planeación de los requerimientos de materiales es evitar faltantes de inventario de manera que la producción fluya adecuadamente de acuerdo con los planes y reducir los niveles de inversión en los inventarios de materias primas y de trabajo en proceso. El MRP es un procedimiento sistemático de planificación de los componentes de fabricación el cual traduce las necesidades reales de materiales, en fechas y cantidades. Funciona como un sistema de información con el fin de gestionar los inventarios de demanda dependiente y programar de manera eficiente los pedidos de reabastecimiento.

### Desarrollo

Toda empresa tiene como objetivo aumentar sus ganancias y reducir costos, para lograr esto, la empresa de fabricación de muebles de madera de la región sur del Estado de Chihuahua implementó un programa para disminuir los desperdicios, que no le agregan valor al producto (recamara). El proceso comprende las siguientes áreas: Habilitado, armado, pulido y resane, cabinas de pintura, empaque y dentro de estas áreas se definen muchas operaciones. Cada uno de ellos tiene funciones definidas las cuales se encuentran establecidas por la empresa, donde se especifican las actividades que desempeñan cada una, así como las relaciones e interfaces que tienen los departamentos con los demás.

Al área de habilitado llega toda la materia prima necesaria para la elaboración de los productos, llegan camiones cargados con madera de diferentes dimensiones de MDF (Medium Density y Fibreboard) material del que se componen mayormente las recamaras. Un tablero MDF es un aglomerado elaborado con fibras de madera (que previamente se han desfibrado y eliminado la lignina que poseían), aglutinadas con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor, en seco, hasta alcanzar una densidad media, también se le llama DM (densidad media). El área de habilitado se encarga de procesar toda esta materia prima, cortando toda la madera y el MDF en las partes necesarias para la producción mensual, se pasan al área de armado donde se recibe la madera para así ser armada la recamara (producto principal), los armadores toman los componentes necesarios para cada área de armado asignada, como tocadores, buros, lunas y cabeceras, ya armadas se pasan al área de resane y pulido donde se detallan las piezas rellenando con resane todas las áreas necesarias y puliendo estas mismas para su próxima etapa, En la cabina número uno se da el fondo a las partes de la recamara, se deja secar un poco y se regresa a el área de pulido y resane donde se pulirá totalmente el mueble para que quede bien pulido y detallado, ya que un buen pulido será un gran factor para la buena aplicación del siguiente paso. Viene la fase de pintura final o acabado, este paso se desarrolla en la cabina de pintura número dos, después se pasa al área de secado donde se dejan reposar los muebles hasta que estén completamente secos, se pasan los muebles al área de empaque en esa parte se hacen los ajustes necesarios para que los muebles lleven sus correspondientes accesorios como: jaladeras, bisagras, correderas de tocador y cajones. Se trasladan al almacén de producto terminado para la distribución correspondiente a las demandas solicitadas.



Figura 1. Suministros utilizados en cabinas de pintura 1 y 2

En el área de cabinas de pintura se fondean y se pintan todas las partes que conforman una recama las cuales son: tocador, cajones de tocador, buros, cajones de buro, cabecera y porta lunas. Cabinas de pintura cuentan con dos cabinas que utilizan tres máquinas rociadoras GRACO FALCON Modelo 232810 Shown, dos son para fondo y una para acabado. la cabina 1, utiliza fondo, catalizador, diluyente y la cabina 2, laca catalizada, catalizador y diluyente. Ver la Figura 1, donde se muestran los suministros utilizados.

La empresa trabaja mediante un sistema por proceso y bajo pedido, elabora recamaras y diversos muebles para el mercado mueblero de la región. En el proceso de pintura se detectó un problema el cual consistía en el desperdicio de pintura en las partes que conforman la recamara, causado por falta de conocimiento de la cantidad necesaria a utilizar, ya que se pedía en exceso, en ocasiones había faltante o demasiado inventario de materiales y suministros. Lo que estaba repercutiendo directamente en los costos de la empresa. Se implementó la herramienta MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales) en el área de pintura para determinar con exactitud la cantidad de pintura y suministros necesarios para la fabricación del producto (Recamara), para así disminuir el desperdicio o la falta de los mismos, a su vez tener el material en el momento adecuado y la cantidad correcta durante la fabricación del producto para satisfacer en tiempo y forma a los clientes.

Según Heizer J. y Render B. (2004) aun cuando la mayoría de los sistemas MRP son computarizados su procedimiento es directo y puede ser manual. Los elementos de un sistema de planeación de requerimientos de materiales son; un programa maestro de producción, una lista der materiales, los registros de las compras e inventarios y los tiempos de entrega de cada artículo.

Se definieron los componentes o subensambles que contiene la recamara producto principal, en la Figura 2 se muestra la lista de materiales o el árbol estructural del producto, consta de un tocador, una luna, una cabecera y dos buros. A su vez el tocador consta de 6 cajones mismos que cada cajón lleva una jaladera. La luna contiene dos rieles, la cabecera lleva un respaldo y a cada respaldo se le incrustan dos pilares. Cada buró consta de 4 cajones y cada cajón lleva una jaladera. Los plazos de entrega requeridos para cada parte, debido a su fabricación o a su ensamble son: Para la recamara requiere sus subcomponentes tocador, luna, cabecera y buros con dos semanas de anticipación, igualmente el tocador para estar listo necesita dos semanas, mientras que la luna, cabecera, buro, cajón para tocador, riel, respaldo, cajón para buró, jaladera para cajón de tocador, pilar y jaladera para cajón de buró, requieren de una semana de plazo. No existen inventarios disponibles ya que éste producto se fabrica sobre pedido.

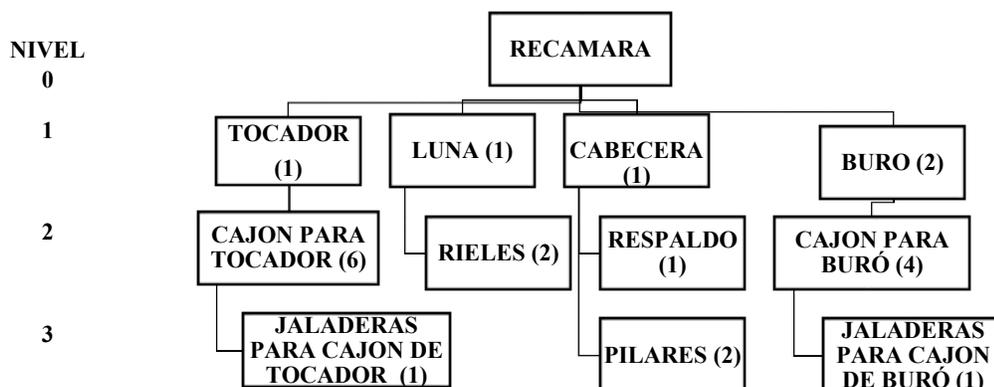


Figura 2. Árbol estructural del producto

En la Tabla 1 se muestra el resumen de la aplicación del MRP para la producción de las recamaras con la finalidad de entregar en tiempo y en cantidad correcta a los clientes, se muestra la semana y la cantidad en la que hay que recibir los subensambles y suministros para tener listo el ensamble final. Las 720 jaladeras para cajón de tocador deben estar listas en la semana 2, así como en la semana 3 deben estar listos 720 cajón para tocador, 780 jaladeras para cajon de tocador, 240 pilares y 280 jaladera para cajón de buró. Y así sucesivamente hasta tener ensambladas 120 recamaras en la semana 7 y 130 en la semana 8. Que es lo requerido por los clientes. Igualmente se desarrolló para los suministros: Fondo, catalizador, diluyente y laca.

Se analizó el proceso de pintura en su totalidad, considerando que las recamaras tienen siempre el mismo diseño, con las mismas magnitudes, ya que es el principal producto que fabrica esta empresa, debido a que es el más demandado por los clientes. Se realizó un muestreo de 30 recamaras determinando el promedio de pintura utilizada por unidad, para con ello tener un control establecido de los suministros a utilizar en este proceso.

Resumen MRP Producto y subensambles	Tiempo de preparación	Semanas de entrega de subensambles y del producto final							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Recamara	2							120	130
Tocador	2					120	130		
Luna	2					120	130		
Cabecera	2					120	130		
Buró	2					240	260		
Cajón para Tocador	2			720	780				
Riel	1				240	260			
Respaldo	1				120	130			
Cajón para Buró	1				960	1040			
Jaladera para cajón de tocador	1		720	780					
Pilar	1				240	260			
Jaladera para cajón de buró	2			960	1040				

Tabla1. Semanas de entrega de subensambles y recamaras

Se hizo el desglose de los suministros de pintura en cada parte de la recamara, para crear una estructura de materiales del producto, se presentan en forma Identada, los suministros de la recamara en cabina 1 (Fondo) y en cabina 2 (Acabado). Ver Tabla 2.

Nivel	Suministros requeridos en Cabina 1 (fondo)				Nivel	Suministros requeridos en Cabina 2 (terminado)			
0	Recamara Cabina Fondo			Pintura necesaria	0	Recamara Cabina Terminado			Pintura necesaria
1		Cabecera			1		Cabecera		
2			Fondo	0.5625	2			Laca	0.50
2			Catalizador	0.16875	2			Catalizador	0.150
2			Diluyente	0.16875	2			Diluyente	0.150
1		Tocador			1		Tocador		
2			Fondo	0.75	2			Laca	1.25
2			Catalizador	0.225	2			Catalizador	0.375
2			Diluyente	0.225	2			Diluyente	0.375
1		Buró			1		Buró		
2			Fondo	0.625	2			Laca	0.5208
2			Catalizador	0.1875	2			Catalizador	0.1562
2			Diluyente	0.1875	2			Diluyente	0.1562
1		Luna			1		Luna		
2			Fondo	0.25	2			Laca	0.125
2			Catalizador	0.075	2			Catalizador	0.0375
2			Diluyente	0.075	2			Diluyente	0.0375

Tabla 2. Forma Identada de suministros en cabinas de pintura 1 y 2

En base a los datos obtenidos de la Tabla 2, Se realizó el MRP para los suministros, en la Tabla 3 se muestran las cantidades unitarias necesarias para cada proceso de pintura en las dos cabinas, las cantidades necesarias de los suministros para la producción y entrega en la semana siete y ocho conforme al plan de requerimiento de materiales del pedido final para 120 y para 130 recamaras.

Pintura utilizada en cabina 1 (Fondo) en litros		Pintura utilizada en cabina 2 (Acabado) en litros	
Fondo UP-1002	2.188	Laca Catalizada UM-1015	2.396
Catalizador UC-0282	0.656	Catalizador UC-0.282	0.719
Diluyente D-500	0.656	Diluyente D-500	0.719
<b>TOTAL</b>	<b>3.5 litros</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3.833 litros</b>

Tabla 3. Total de pintura y suministros utilizados en las cabinas 1 y 2

Se realizó el MRP para los suministros de la recamara: fondo, catalizador, diluyente y laca. Para 120 recamaras y para 130 recamaras, ver Tabla 4. Cabe señalar que cada cubeta contiene 20 litros.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Una vez realizado el MRP para los suministros se hizo una recopilación de información para determinar: cantidad utilizada para 120 recamaras, considerando un inventario inicial de cero en todos los suministros, necesidades reales, pedidos, inventario final, cubetas a pedir, cantidad utilizada para 130 recamaras, inventario inicial, necesidades reales, pedidos, inventario final y cubetas a pedir. Ver Tabla 4., se considera I.I. como el inventario inicial e I.F. Inventario final.

Suministro	Pedido de 120 recamaras				Pedido de 130 recamaras				
	Litros utilizados por recamara	Necesidades	I.F.	Cubetas a pedir	Litros Utilizados por recamara	I.I.	Necesidades	I.F.	Cubetas a pedir
<b>Fondo</b>	2.188	13.128	17.44	14	2.188	17.44	13.35	13	14
<b>Catalizador</b>	1.375	8.26	15	9	1.375	15	8.1875	16.25	9
<b>Diluyente</b>	1.375	8.25	15	9	1.375	15	8.1875	16.25	9
<b>Laca</b>	2,396	14.37	12.48	15	2,396	12.48	14.95	1	15

Tabla 4. Pedido final de Suministros para 120 y 130 recamaras

Se realizó el MRP de los suministros y se determinó la cantidad exacta y la semana de entrega de los mismos, concluyendo que la entrega de los suministros necesarios para el acabado final de las 120 recamaras es en la semana 5 y para las 130 recamaras en la semana 6. Ver Tabla 5.

Semana de entrega del Suministro									
Suministro	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Fondo</b>					280	280			
<b>Catalizador</b>					180	180			
<b>Diluyente</b>					180	180			
<b>Laca</b>					300	300			

Tabla 5. Resumen de la entrega de suministros para el ensamble final de la recamara

El inventario final que se tiene de los suministros, al fabricar 120 recamaras, es el inventario inicial para fabricar las 130 recamaras, ver Tabla 6, el inventario final que se tiene en la semana 8 se utilizará para los próximos pedidos subsecuentes, cabe señalar que constantemente se están haciendo pedidos para el producto recamara y de igual forma se realiza el MRP. Con la finalidad de cumplir con las demandas requeridas, en tiempo y cantidad.

Suministro	Cantidad Litros en la semana 5	Cantidad Litros en la semana 8
Fondo	17.44	13
Catalizador	15	16.25
Diluyente	15	16.25
Laca	12.48	1

Tabla 6. Reporte de Inventarios Finales de los suministros

### Conclusiones

El proceso de mejora dentro del ámbito empresarial es la única manera de ir a la vanguardia y estar por encima de la competencia, dejar de mejorar puede producir problemas enormes en cuanto al nivel competitivo, ya que los requerimientos de los clientes son cada vez más rígidos en cuanto a calidad y entregas en tiempo y forma. Por lo que la técnica de MRP (Material Requirement Planning), Planeación de requerimientos de materiales, disminuye los transportes, desperdicios y costos operativos en las cabinas de pintura con la implementación de formatos estandarizados para mantener el control de los suministros. La aplicación de la herramienta MRP, fue un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero, ya que se logró reducir costos en cabinas de pintura al eliminar desperdicios, el transporte del material se logró que fuera una vez al mes, se redujo el inventario de pintura tanto en almacén como en proceso y se eliminó la falta de materiales y suministros.

### Recomendaciones

La herramienta MRP (Planeación de Requerimientos de materiales) es una herramienta muy útil en todas las empresas, por lo que se recomienda utilizarla para disminuir desperdicios, inventarios, falta de materiales, transportes innecesarios. En ésta empresa se sugiere aplicarla en todos los demás departamentos de producción, concientizar a los trabajadores acerca de la importancia que conlleva ésta técnica para así obtener su compromiso y cambiar su cultura laboral.

### Referencias

- Buffa Elwwood S, Rakesh K. Sarin. "Administración de la producción y las operaciones" (1992). Editorial Limusa. Octava Edición.
- Groover Mikell P. "Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos Y Sistemas" (1997). Pearson Educación.
- Gutiérrez Pulido Humberto. "Calidad Total y Productividad"(1997). Editorial McGraw-Hill Interamericana. Segunda Edición.
- Heizer Jay. Render Barry. "Principios de administración de operaciones". (2004). Editorial Pearson Education. 5ta edición.
- Hopeman Richard J. "Administración de producción y operaciones". (1986).Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Lluis Cuatrecasas Arbos "Organización de la Producción y Dirección de Operaciones". (2012). Editorial Díaz de Santos.
- Sipper Daniel. Robert L. Bulfin JR. Planeación y Control de la Producción". (1994). Editorial McGraw-Hill

## Detector de Hierro en Alimentos

Ing. Eduardo Yossinel Solano Jiménez<sup>1</sup>, Ing. Nicolás Reyes Ayala<sup>2</sup>, Dr. Víctor Rogelio Barrales Guadarrama<sup>3</sup>, M. en C. Melitón Ezequiel Rodríguez Rodríguez<sup>4</sup>

**Resumen-** Muchos alimentos industrializados son procesados por molinos y otras maquinarias que de manera indeseable y con riesgos para la salud de los consumidores, incorporan partículas contaminantes de hierro que en muchos casos exceden los máximos recomendados por ración. Este trabajo muestra el diseño, construcción y pruebas realizadas a un detector de hierro en alimentos, basado en la medición de la susceptibilidad magnética de muestras de cereal que permite clasificar de manera rápida y simple el contenido de hierro de las mismas.

**Palabras clave-** hierro, alimentos industrializados, siderosis.

### Introducción

En la actualidad muchos alimentos son procesados de forma industrial y a menudo dichos alimentos son cortados, molidos, picados o cocidos en maquinaria metálica. Parte del hierro de las cortadoras, aspas, contenedores, etc. metálicos es cedido al alimento, provocando su contaminación [1]. El consumidor puede sufrir intoxicación así como los problemas que conllevan la sobredosis de hierro.

Poder determinar la concentración de hierro en un alimento puede prevenir muchos problemas a la empresa que produce los alimentos tales como pérdidas económicas y mala imagen. Es por eso que se planteó diseñar un sistema capaz de determinar la concentración de hierro para tener un buen control de calidad.

#### Descripción del Método

El detector de hierro en alimentos que se propone se basa en el principio de funcionamiento de un susceptómetro de CA. El susceptómetro es un sistema que se utiliza para caracterizar materiales magnéticos y consiste en un transformador con un núcleo de aire (el núcleo es sustituido por la muestra) para que se pueda determinar la susceptibilidad magnética y otras características del material [2].

El detector de hierro en alimentos es un sistema de aplicación específica cuyos subsistemas han sido diseñados específicamente para la aplicación.

Existen susceptómetros de CA comerciales [3] y también se desarrollan para investigación. Los susceptómetros para investigación se usan en las áreas en donde se necesitan investigar materiales, principalmente en nanopartículas, pobremente magnetizados, son muy precisos y extremadamente caros, ya que se requiere una instrumentación muy sofisticada. Existen otros tipos de susceptómetros diseñados para caracterizar un material en especial por lo tanto su complejidad se reduce [2].

Si un material se coloca en un campo magnético, éste ejerce un par de torsión sobre cada momento magnético según la Ecuación 1. Estos pares de torsión tienden a alinear los momentos magnéticos con el campo (paralelamente) [4].

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad (\text{Ecuación 1})$$

El resultado es que el campo magnético en cualquier punto de un material así sería mayor en un factor adimensional  $K_m$  llamado permeabilidad relativa del material, de lo que sería si ese material se reemplazara por el vacío.  $K_m$  varía entre 1.00001 y 1.0003 para materiales paramagnéticos[4], para materiales ferromagnéticos como el hierro, su permeabilidad es varios órdenes de magnitud mayor.

<sup>1</sup> Ing. Eduardo Yossinel Solano Jiménez, es recién egresado de la licenciatura en ingeniería Electrónica por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco. Ciudad de México, México. [yossinel@hotmail.com](mailto:yossinel@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ing. Nicolás Reyes Ayala es profesor investigador titular en el área de Sensores y Procesamiento de Señales de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. [ran@correo.azc.uam.mx](mailto:ran@correo.azc.uam.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> Dr. Víctor Rogelio Barrales Guadarrama es profesor investigador titular en el área de Sensores y Procesamiento de Señales de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. [vrbg@correo.azc.uam.mx](mailto:vrbg@correo.azc.uam.mx)

<sup>4</sup> M. en C. Melitón Ezequiel Rodríguez Rodríguez es profesor investigador titular en el área de Sensores y Procesamiento de Señales de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. [err@correo.azc.uam.mx](mailto:err@correo.azc.uam.mx)

La permeabilidad de un material se define como  $\mu = K_m \mu_0$ , donde  $K_m$  es la permeabilidad magnética relativa y  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética del vacío [4].

Se puede decir que la permeabilidad magnética es la capacidad de un material para atraer y permitir el paso de un campo magnético a través de él.

La cantidad en la que la permeabilidad difiere de la unidad se llama susceptibilidad magnética y se denota como:  $X_m = K_m - 1$ . Tanto  $X_m$  como  $K_m$  son cantidades adimensionales [4]. Lo cual denota la sensibilidad de un material a la magnetización cuando se le aplica un campo magnético.

Los susceptómetros de CA son instrumentos poderosos para la investigación de propiedades magnéticas de materiales pobremente magnetizados. Su diseño depende del material magnético que se pretenda caracterizar y a partir de éste material se deriva su complejidad. Para la aplicación que se presenta no se necesita llegar a un grado de precisión de laboratorio, como es el caso del estudio de nanopartículas, pero se usará el principio de funcionamiento del susceptómetro de CA [5].

#### Justificación

“...Los alimentos se pueden contaminar con hierro por cesión de materiales, el hierro del utensilio puede pasar a los alimentos, especialmente si estos son ácidos” [6]. Una sobredosis de hierro puede causar vómito, diarrea, daño al intestino y otros órganos [7]. Las carnes y otros alimentos a menudo son cortados o molidos por maquinaria metálica y parte del hierro puede ser cedido al alimento provocando su contaminación.

Se pueden conseguir detectores comerciales de hierro en alimentos pero su costo es muy elevado, además de ser aparatos difíciles de utilizar. Es por esto que se propone diseñar y construir un detector de hierro en alimentos de uso fácil y costo relativamente bajo.

El hierro en alimentos también se puede detectar con métodos químicos, sin embargo éstos son tardados y también caros. Se pueden utilizar rayos X para detectar los metales y otros materiales, como el plástico, en el alimento pero esta tecnología y su mantenimiento tienen un costo excesivo.

La escala se puede ajustar de acuerdo a los requerimientos de hierro recomendados para la población Mexicana [8], cabe resaltar que la muestra que se analizará representa solo una parte de una porción.

#### Descripción Técnica

El sistema desarrollado puede comprenderse globalmente observando su diagrama a bloques que se muestra en la Figura 1.

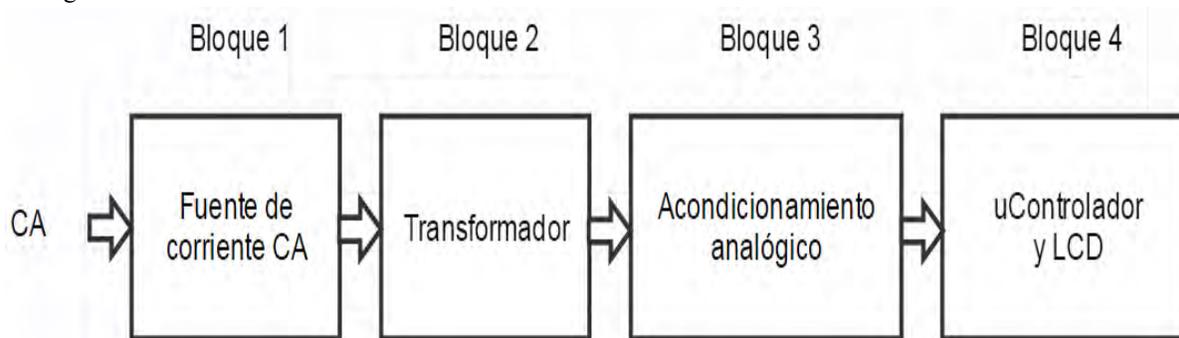


Figura 1. Diagrama a bloques del detector de hierro en alimentos.

#### Fuente de corriente de CA

Es fuente de corriente variable de CA alimentada por la línea de CA. La fuente de corriente debe proporcionar una forma de onda sinusoidal con una frecuencia diferente de 60 Hz y 120 Hz debido al ruido que presentan estas frecuencias ya que son la frecuencia fundamental de la línea y el primer armónico de la misma. La fuente de corriente debe proporcionar al menos 3A para alimentar el primario del transformador y obtener la sensibilidad necesaria. En la Figura 2 se muestra el circuito diseñado para esta función que consiste en un

convertidor de voltaje senoidal ( $V_1$ ) a corriente también senoidal ( $i_o$ ), basado en el amplificador integrado OPA149 [9]; la principal dificultad en este circuito es que debe operar a una potencia considerable. La señal de voltaje senoidal  $v_1$  es obtenida de un oscilador que genera un voltaje de 350Hz y que se basa en el circuito integrado XR2206[10].

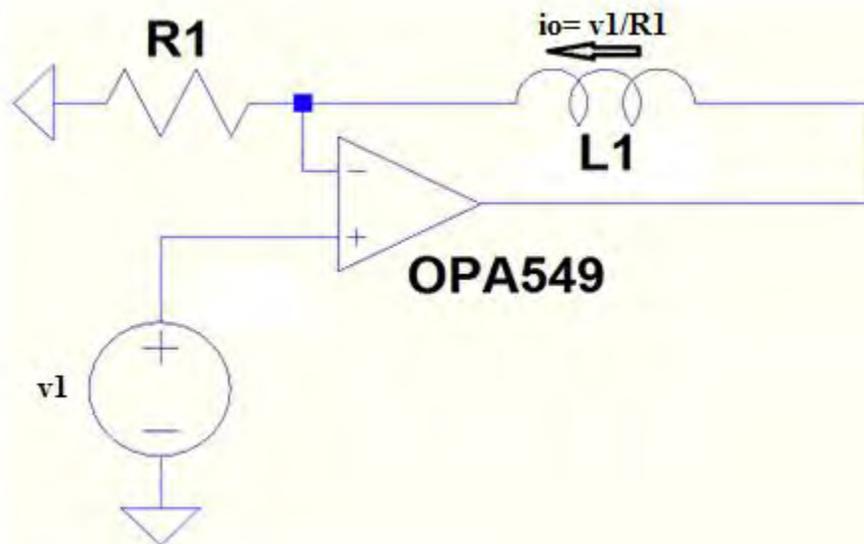


Figura 2. Convertidor voltaje a corriente de potencia

En la Figura 2,  $L_1$  es el primario del transformador diferencial que se usa como sensor, como se observa,  $i_o$  no depende del primario del transformador (siempre y cuando se le aplique suficiente voltaje); entonces con  $R_1 = 1\Omega$  y  $v_1 = 3V_p @350Hz$  se obtiene una corriente en el primario de  $3A_p @350Hz$ .

#### *Transformador*

Está formado por una bobina primaria y dos secundarias. La bobina primaria es alimentada por el bloque anterior, la fuente de corriente CA. El transformador tiene un núcleo de aire (donde se colocará la muestra). Debido a que la muestra presentará, si es el caso, poco hierro, el transformador presentará un acoplamiento magnético muy débil. En caso de que la muestra no contenga hierro, el acoplamiento será aún más pequeño.

Las bobinas secundarias son geométricamente y eléctricamente simétricas con respecto al centro de la bobina primaria. Se utilizará un posicionador para poder colocar la muestra en la ubicación correcta, el posicionador será de un material que no interfiera con el campo magnético de las bobinas, puede ser de plástico o algún otro material similar.

El transformador cuenta con 162 vueltas en el secundario, con una derivación central y 56 vueltas en el primario. Está devanado sobre un carrete plástico de sección cuadrada de 1 pulgada de luz y 2 pulgadas de largo.

#### *Etapas de Acondicionamiento Analógico*

En la Figura 3 se presenta el circuito de acondicionamiento analógico, en el se aprecia que la salida diferencial del transformador es amplificada por un amplificador de instrumentación AD620[11], para obtener suficiente inmunidad al ruido ambiental; a continuación un convertidor de voltaje alterno a voltaje directo.

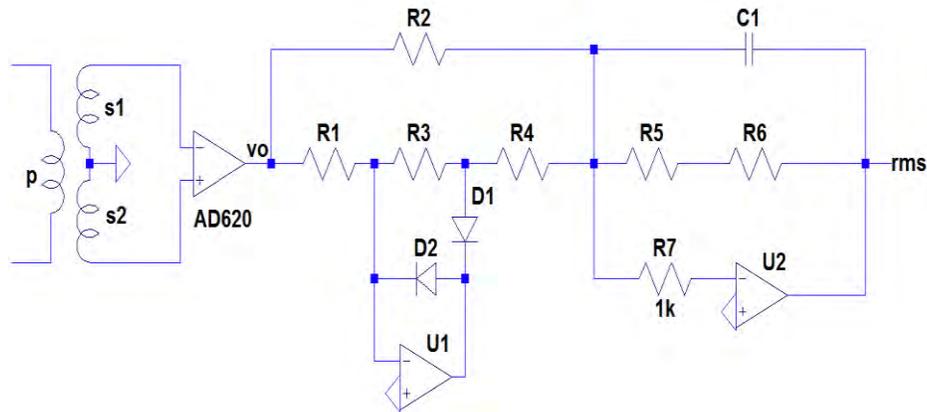


Figura 3. Circuito de acondicionamiento analógico.

### Microcontrolador y Display de Cristal Líquido

Finalmente el circuito cuenta con una etapa digital que se encarga de convertir el voltaje en el nodo RMS en su equivalente digital, para después procesarlo y desplegarlo a través del LCD. Esta etapa se basa en el microcontrolador ATmega328P[12].

En la Figura 4 se muestra el prototipo completo, en el que pueden verse sus etapas arriba descritas.

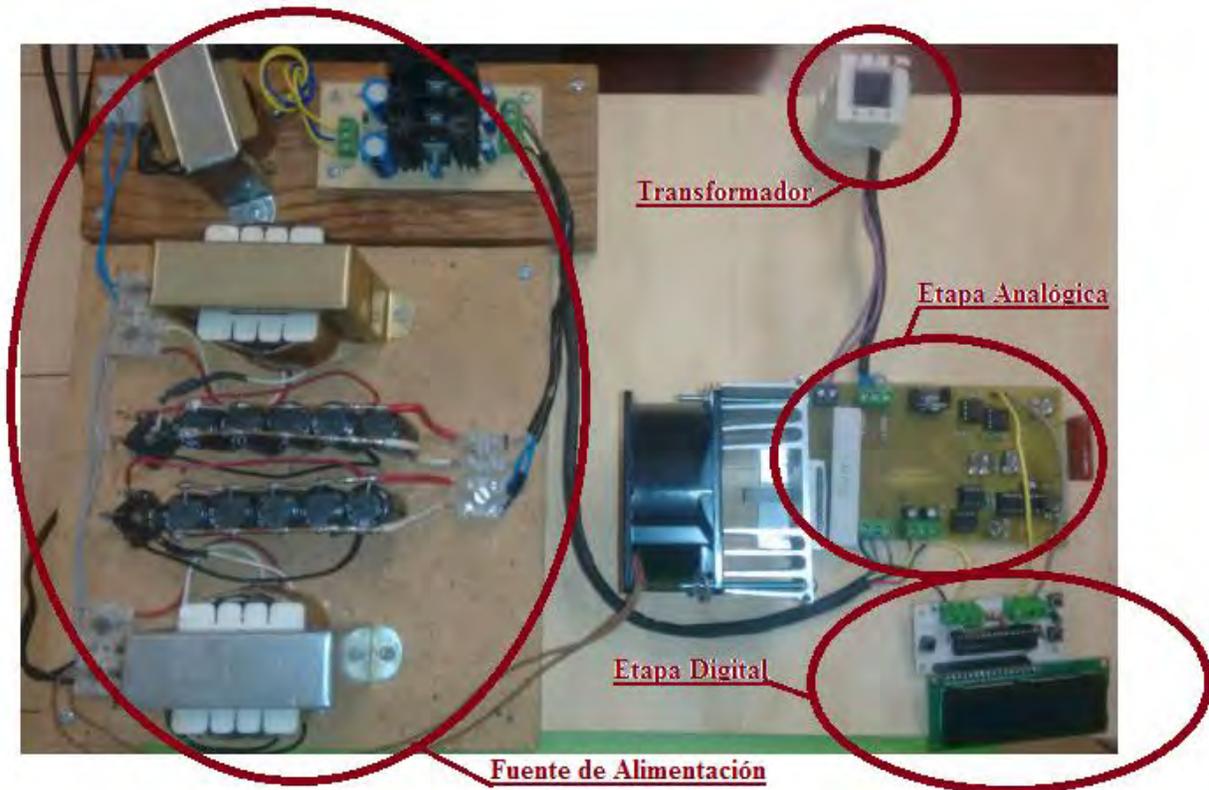


Figura 4. Fotografía del sistema completo.

## Resultados

El detector construido permite clasificar muestras de alimentos en tres categorías de acuerdo a su contenido de hierro: inocuo, potencialmente peligroso y peligroso; requiere de calibración con muestras patrón para poder usarse y es afectado por el ruido electromagnético que lo rodea; puede mejorarse en varios sentidos, entre los que podría incluirse una construcción que facilite su manejo y mejore su vulnerabilidad al ruido electromagnético del ambiente, también puede mejorarse el transformador con un diseño más refinado que lo haga más sensible; Además son posibles otras aplicaciones con un mínimo de ajustes.

## Conclusiones

El detector de hierro en alimentos que se presenta cumple con el propósito de demostrar el principio y tiene real potencial de aplicación en la industria alimentaria, donde es muy importante saber la concentración de hierro en el alimento procesado. La ventaja del detector propuesto es que la detección y clasificación es prácticamente instantánea, superando al método químico, y también es más económico y fácil de manejar que un detector comercial, también es mucho más barato que un sistema de rayos X. Además el mantenimiento que requiere el detector propuesto es mínimo en comparación con todos los métodos mencionados.

## Referencias

- [1]<http://geosalud.com/Nutricion/contaminacion-por-metales-a-traves%20de-utensilios-de-cocina.html> Contaminación por metales a través de los utensilios de cocina. Daniela Cordero Nutricionista GeoSalud, 19 de abril del 2013. Última visita 09 de octubre, 2015.
- [2]<http://arxiv.org/pdf/1308.6236.pdf> A room-temperature alternating current susceptometer—Data analysis, calibration, and test M. Alderighi, G. Bevilacqua, V. Biancalana, Y. Dancheva, A. Khanbekyan, L. Moi. Última visita 12 de octubre, 2015.
- [3][https://www.sartorius.com/fileadmin/fm-dam/DDM/Lab-Products-and-Services/Lab-Weighing/Accessories/YSZ-Susceptometer/Manuals/MAN-YSZ01C\\_YSZ02C-e.pdf](https://www.sartorius.com/fileadmin/fm-dam/DDM/Lab-Products-and-Services/Lab-Weighing/Accessories/YSZ-Susceptometer/Manuals/MAN-YSZ01C_YSZ02C-e.pdf) Susceptómetro CA comercial. Última visita 12 de octubre, 2015.
- [4]Física universitaria con física moderna, Sears, Zemansky, Vol. 2, 12ª edición. Páginas 978 y 979
- [5]<http://www.lakeshore.com/ObsoleteAndResearchDocs/ACS7000a.pdf> Susceptómetro CA comercial. Última visita 13 de octubre, 2015.
- [6]<https://www.uclm.es/ab/enfermeria/revista/numero%204/elementosminerales4.htm> Aspectos nutricionales y toxicológicos de algunos elementos minerales: cobre, hierro, manganeso y zinc. C. Jiménez Serrano. Profesora Titular Interina de Salud Pública. VM. Idal Marín, M. Profesora Titular Interina de Farmacología y Dietética. E.U. de Enfermería de Ciudad Real. Última visita 09 de octubre, 2015.
- [7]<http://www.merckmanuals.com/professional/nutritional-disorders/mineral-deficiency-and-toxicity/iron-deficiency-and-toxicity> Iron Deficiency and Toxicity, Larry E. Johnson, MD, PhD. Última visita 09 de octubre, 2015.
- [8]Nutriología médica, Esther Casanueva (†), Martha Kaufer-Horwitz, Ana Bertha Pérez-Lizaur, Pedro Arroyo. 3ra edición .Página 315.
- [9]<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/opa549.pdf> OPA549 datasheet. Última visita 30 de marzo, 2016.
- [10][http://www.uni-kl.de/elektronik-lager/416623\\_XR-2206\\_datasheet](http://www.uni-kl.de/elektronik-lager/416623_XR-2206_datasheet). Última visita 30 de marzo, 2016.
- [11]<http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD620.pdf> AD620 datasheet. Última visita 30 de marzo, 2016.
- [12][http://www.atmel.com/images/atmel-8271-8-bit-avr-microcontroller-atmega48a-48pa-88a-88pa-168a-168pa-328-328p\\_datasheet\\_complete.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-8271-8-bit-avr-microcontroller-atmega48a-48pa-88a-88pa-168a-168pa-328-328p_datasheet_complete.pdf) ATmega328p datasheet. Última visita 11 de abril, 2016.

# DEL MODELO EDUCATIVO A LA REALIDAD EN LA PRÁCTICA DOCENTE EN LA UAM CUAJIMALPA

Dra. Eska Elena Solano Meneses<sup>1</sup>, Dra. Margarita Espinosa Meneses<sup>2</sup>, Dr. Tiburcio Moreno Olivos<sup>3</sup>

**Resumen**—El Modelo Educativo de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa (UAM-C) surge como respuesta a las necesidades de la educación universitaria en los albores del S. XXI. Su propuesta teórica presupone la incorporación de estrategias y técnicas didácticas que se configuren con los ideales de la educación contemporánea. Su implementación ha representado un reto que implica un involucramiento y actualización constante por parte de los docentes, los que habrán de asumir propuestas creativas que sustenten la enseñanza en las diversas disciplinas universitarias que respondan a los ideales del Modelo Educativo y al mismo tiempo, contextualizar los procesos a las situaciones reales que lo determinan, como son las características de los alumnos, los programas académicos y la propuesta curricular de las carreras.

Este trabajo presenta un análisis de la manera en que los docentes de la UAM Cuajimalpa han respondido a esta situación, proponiendo nuevos escenarios educativos.

**Palabras clave**— Aprendizaje colaborativo, Constructivismo, Estrategias educativas, Modelo educativo, Técnicas didácticas

## Introducción

La distancia entre las propuestas teóricas fundamentadas en un modelo educativo y su implementación real constituyen uno de los grandes retos en cualquier nivel educativo al que se refiera.

La adopción y puesta en marcha de dicho modelo implica en primera instancia, su comprensión y aceptación y el reconocimiento de dicho modelo, así como el reconocimiento de las ventajas que presenta. El Modelo Educativo de la UAM Cuajimalpa se centra en el aprendizaje del alumno más que en la enseñanza, entendido esto como: un cambio de roles donde el docente se convierte en diseñador de escenarios y actividades, y se concibe al alumno como un personaje con un rol activo y gestor de su propio conocimiento. Se promueve así, una interacción entre el docente y el alumno en la que se desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes que constituyen la base de su preparación y la respuesta a un modelo educativo que enfrenta el reto de la educación contemporánea.

Su implementación ha representado la necesidad de un replanteamiento de la manera de abordar la educación y las actividades día a día: mismas que se concretan en la adopción y creación de nuevas estrategias docentes y técnicas didácticas que, acuñadas en el seno de una propuesta constructivista, responden a los ideales del Modelo Educativo.

Una de las estrategias didácticas que mayormente sustenta los principios del Modelo educativo de la UAM C es el Aprendizaje Colaborativo.

Este trabajo presenta un análisis de casos en los que los docentes de la UAM Cuajimalpa responden al planteamiento del Modelo educativo y lo abordan construyendo nuevos escenarios educativos desde esa estrategia didáctica. Los dos casos desarrollados corresponden a las áreas de diseño y de literacidad académica a nivel de licenciatura.

## Práctica docente con fundamento en el Modelo Educativo de la UAM-C

### *El modelo educativo de la UAM-C*

El modelo educativo de la UAM-C se basa en un enfoque constructivista centrado en el aprendizaje, en el que éste es considerado como un proceso social que favorece la capacidad de aprender a aprender (Red de Fortalecimiento a la Docencia, 2014). De esta manera, los fundamentos pedagógicos del modelo educativo proponen: el desarrollo del pensamiento crítico, el desarrollo de habilidades para la búsqueda, análisis y uso de la información (aprender a aprender) y el dominio de la expresión y la argumentación escrita.

Las propuestas de implementación del modelo educativo en el diseño pedagógico de las diversas Unidades de Enseñanza-Aprendizaje (UEA) por parte de algunos docentes de la Unidad, dan cuenta de la manera en que la práctica docente adopta al Modelo Educativo, mismo que conforma el sustrato teórico de los planteamientos en el aula. Para ello se sustenta en la incorporación de estrategias y técnicas constructivistas que implican un cambio de

<sup>1</sup> Dra. en Diseño Eska Elena Solano Meneses es investigadora de tiempo completo en la UAM Cuajimalpa, México y Profesora de cátedra en el ITESM Campus Toluca. eskasolano@gmail.com (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Dra. Margarita Espinosa Meneses es investigadora de tiempo completo en la UAM Cuajimalpa, México  
mespinosa@correo.cua.uam.mx

<sup>3</sup> Dr. Tiburcio Moreno Olivos es investigador de tiempo completo en la UAM Cuajimalpa, México. tmoreno@correo.cua.uam.mx

roles tanto del profesor como del alumno; entre ellas se destacan: el aprendizaje colaborativo (AC) el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje por investigación (API).

### *El aprendizaje colaborativo*

Los métodos de aprendizaje colaborativo son estrategias sistemáticas de instrucción que pueden utilizarse en cualquier curso o nivel académico y aplicarse en la mayoría de las asignaturas escolares. Todos ellos presentan dos características comunes: a) permiten dividir la clase en pequeños grupos heterogéneos, representativos de la población total del aula; b) intentan llevar a los miembros de estos grupos a mantener una interdependencia positiva mediante la aplicación de principios de recompensa grupal y una determinada estructuración de la tarea que resulta imprescindible realizar para alcanzar los objetivos propuestos, los cuáles se suelen formular desde dos vertientes: individual y grupal (Serrano, & González-Herrero, 1996).

Aunque la organización colaborativa del aula tiene una larga historia (Serrano, J. M, Pons, & Ruiz, 2007), no es hasta la segunda mitad del siglo XX cuando estas estrategias instruccionales empiezan a cobrar su verdadera importancia.

La formación de profesores en métodos de aprendizaje colaborativo se ha convertido, en un elemento importante de este tópico de investigación que, desde la década de los setenta ha dado lugar a múltiples publicaciones, tanto en aspectos generales de la formación (Dettori, Giannetti, & Persico, 2006), como en áreas específicas del currículo (Golightly, Nieuwoudt, & Richter, 2006) (Leikin, 2004). A pesar de que cada uno de estos métodos representa una solución única al problema de cómo organizar las actividades docentes en el aula, debido a la relativa novedad del tema, se requiere que los métodos se organicen de acuerdo con un formato que posibilite su análisis (fines investigadores) y adaptación a una situación específica de enseñanza y aprendizaje (fines instruccionales). En este sentido, según Serrano y Calvo (1994) un formato debería reunir los siguientes requisitos:

a) No sólo debe ser una guía para la selección de un método apropiado, sino que también debe ayudar al planificador de la instrucción a hacer descripciones adecuadas de métodos ya seleccionados que puedan hacer frente a objetivos instruccionales determinados, en ocasiones especialmente requeridas.

b) Debe abarcar una amplia variedad de actividades en pequeño grupo y debe ser lo suficientemente flexible como para permitir la adaptación o creación de actividades adaptadas a las necesidades y características idiosincráticas de cada aula.

c) Debe ser útil para el desarrollo de materiales de enseñanza y una guía del trabajo grupal, del material que deben considerar los grupos y de los instrumentos de evaluación.

d) Debe incluir categorías descriptivas que permitan establecer diferencias entre los distintos métodos, y centrarse en aquellos rasgos de las actividades en pequeño grupo que se hayan probado a través de investigaciones significativas, directamente relacionados con el aprendizaje de los alumnos y la productividad del grupo.

### **Descripción del Método**

#### *Análisis de la implementación del Modelo Educativo en el diseño de UEAs en la UAM-C.*

A continuación, se presentan dos casos en los que el modelo educativo de la UAM C fue abordado desde la práctica instruccional. A través del diseño de la UEA se incorporan principios y estrategias didácticas emanadas del modelo educativo ya descrito con anterioridad.

### **Caso I. UEA: Taller de Representación y Expresión Digital en 3 Dimensiones para la Licenciatura en Diseño**

#### **Antecedentes**

Para conceptualizar la esencia de la UEA es necesario comprender las intenciones del curso, que es el desarrollo de la visualización espacial y el razonamiento espacial, ya que éstos conforman el núcleo de procesos cognitivos que están implícitos en las matemáticas y de manera específica en la geometría. Fernández Blanco (2012) los define como “los procesos y capacidades de los sujetos para realizar ciertas tareas que requieren ver o imaginar mentalmente los objetos geométricos espaciales, así como relacionar los objetos y realizar determinadas operaciones o transformaciones geométricas con los mismos”. La visualización y el razonamiento espacial para desarrollar formas geométricas constituyen un elemento fundamental para el desarrollo de capacidades inherentes al diseñador. Su enseñanza requiere de bases metodológicas sólidas debido a su fuerte carga de abstracción, por lo que se sostiene que la comunión entre los modelos de enseñanza clásica (Método Proyectista) así como del Método directo Natural, de carácter más intuitivo complementan los procesos cognitivos para la comprensión espacial.

#### **Descripción de Actividad:**

El objetivo es que el alumno comprenda el concepto de planos inexistentes, a través de la representación del Icosaedro partiendo del objeto concreto a su representación en soporte digital en 3 dimensiones, mediante la

manipulación del Sistema de Coordenadas Personales (SCP). La técnica didáctica desarrollada es el Aprendizaje colaborativo AC (se presumen equipos ya conformados de 4 integrantes y roles asignados: secretario, administrador de materiales, controlador del tiempo y reportero).

Los recursos didácticos a considerar son: Computadora, Software para modelado en 3D e Internet, modelos didácticos tridimensionales, cañón, presentaciones en PP o Prezi y videos.

Las actividades se definen acorde a las intenciones de cada etapa de la sesión. El diseño de las sesiones, acorde a los fundamentos constructivistas, pretende sus objetivos a través de la incorporación de distintos momentos a lo largo de la clase:

a).- Inducción como elemento de significación al inferirle sentido a las formas geométricas como una muestra de lo que encontramos en la naturaleza (vincular con la realidad). En esta parte el profesor vincula los conocimientos de la geometría con elementos reales en la naturaleza; por ejemplo, para incorporar el concepto del Icosaedro, muestra imágenes y videos del virus del herpes, que tiene la forma de un icosaedro. A través de ello explica al alumno que las estructuras virales se construyen sobre la base de unidades proteicas idénticas repetidas varias veces y el icosaedro es la forma más sencilla para ensamblar usando estas subunidades. Esto disminuye la idea de abstracción de una figura geométrica y le da sentido. Su diseño incluye el trabajo colaborativo con equipos informales.

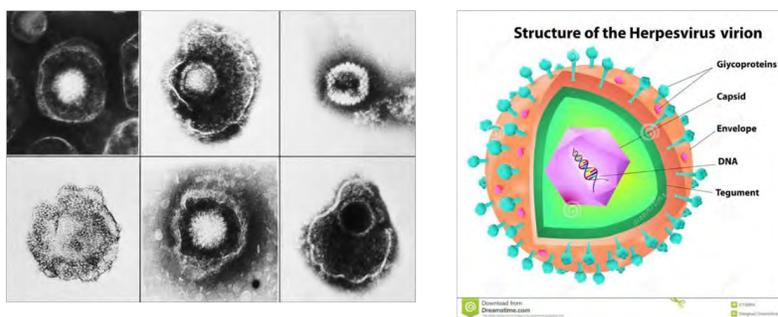


Figura 1 Imagen del Virus del Herpes, causante de diversas infecciones cutáneas en los seres humanos, tiene la cápsida icosaédrica (Tomado de <http://wordpress.colegio-arcangel.com/matematicas/los-poliedros/>)

b).- Parte informativa, usada en este caso para conectar información previa con la nueva. En la sesión se pide al alumno, que, en trabajo colaborativo, analice y discrimine las características visuales del icosaedro, sustentándose un modelo tridimensional real como recurso didáctico, así como en referencias de cursos anteriores (Representación en 2D y geometría) para así lograr la conexión con los nuevos conocimientos y habilidades por adquirir (modelar el icosaedro digitalmente en 3D). La discusión en el equipo permite la reincorporación de experiencias y aprendizajes anteriores del equipo completo.

c).- Parte formativa, que pretende la generación de habilidades de representación y espaciales por medios digitales apoyados de un recurso didáctico, en este caso el modelo del icosaedro impreso en 3D como objeto concreto que le acompañará en el proceso de modelado 3D reduciendo el problema de la abstracción a la que está sujeta la UAE sin este recurso.

d).- Consolidación, que busca dejar evidencia clara de lo aprendido llevando al alumno a un proceso de metacognición al reflexionar sobre lo aprendido. En equipos colaborativos se solicita a los alumnos reflexionar sobre el modo de razonamiento visual que se hace en el trazo en 2D (más metodológico y convencional) y el modo de razonamiento que se hace en el modelado digital (más empírico e intuitivo), así como la importancia de contar con el objeto tridimensional a la mano. (Modelo didáctico).

e).- Cierre para concretar la tarea y que ésta pueda ser evaluada por el profesor como parte de las actividades de la sesión. Se solicita a los alumnos la entrega digital de su modelado a través de un aula virtual, donde además agregarán a manera de conclusión los comentarios de lo aprendido en clase (metacognición).

Logros de la actividad

Los recursos que la didáctica proporciona a través del diseño de clases con enfoque constructivista amén del auxilio de técnicas didácticas como el AC, aseguran un aprendizaje situado y significativo. Esto se complementa con la incorporación de Modelos Didácticos, lo que contribuye a apoyar la transferencia de la idea del objeto a su representación y propone la experiencia como punto medular para la comprensión y visualización del espacio.

## CASO 2. UEA: Literacidad Académica

### Antecedentes

El Modelo Educativo de la UAM C fomenta el aprendizaje mediante la interacción social. Una de las técnicas didácticas que privilegian el diálogo y el apoyo mutuo de los saberes de los estudiantes<sup>4</sup> es el trabajo colaborativo. Esta técnica la hemos utilizado en el diseño de algunas actividades correspondientes a la UEA denominada *Literacidad académica*. Esta UEA es una materia que se imparte en el primer trimestre de todas las licenciaturas, por lo que se considera importante que los alumnos de recién ingreso trabajen, desde el inicio, las técnicas de aprendizaje que propone el Modelo.

La UEA de *Literacidad académica* tiene como objetivo desarrollar la habilidad de la comunicación escrita en los estudiantes, lo cual representa el aprendizaje de un proceso complejo en el que intervienen y se entrelazan diversos tipos de conocimientos: saberes sobre el tema que se va a escribir; saberes lingüísticos (referentes a la estructura del tipo de texto, al léxico); y saberes comunicativos (conocimiento del interlocutor, de la intención del escrito y del contexto de la situación). Todo ello representa un reto para el desarrollo de la habilidad de la escritura.

En la actualidad la escritura es concebida como un acto que tiene su base en lo social, en el diálogo; pues es a partir de la comunicación con el otro que se modifican y construyen significados; con lo cual se posibilita a la vez la toma de postura al confrontar y analizar información proveniente de diversas fuentes; es decir, el desarrollo de la escritura converge, en una parte, con la mirada constructivista, por esa razón elegí el trabajo colaborativo para el diseño de actividades de escritura.

Por otra parte, tenemos que el desarrollo de las tecnologías digitales ha brindado herramientas pertinentes para la creación de ambientes virtuales educativos que posibilitan la interacción social. Por ejemplo, la caracterización misma de la Web 2.0 va de la mano con la conceptualización del trabajo colaborativo: usuario activo; interacción uno a uno y uno con varios; acceso a la información. Según Garrison lo que ofrece la enseñanza mediada por la computadora son “mejores vías para procesar, dar sentido a y recrear la información, así como la capacidad para promover la comunicación y el desarrollo del pensamiento y construir así significado y conocimiento” (2010, pp. 20-23).

Así pues, con base en este marco: el Modelo Educativo de la UAMC de corte constructivista, el trabajo colaborativo, la escritura como proceso social y el uso de la tecnología se diseñó la siguiente actividad.

### Descripción de Actividad

El objetivo de la actividad es la elaboración de un texto argumentativo, el cual debe ser realizado en equipos de 5 integrantes. Previamente ya habíamos revisado las características estructurales de ese tipo de texto, de cualquier forma, la información sobre las características del texto argumentativo formó parte del material que podían consultar los estudiantes. La actividad se coloca en una plataforma educativa (Moodle) y está integrada por las siguientes etapas:

- a. Lectura de textos sobre el uso de las tecnologías en la sociedad (tarea individual).
- b. Participación del equipo en un Foro de discusión, el cual tiene como objetivo acordar y redactar la tesis principal con la que trabajarían el escrito.
- c. Investigación en fuentes diversas de argumentos que apoyaran o refutaran la tesis (tarea individual).
- d. Participación en un segundo Foro de discusión, cuyo objetivo es analizar los argumentos y elegir aquellos que consolidarán de mejor forma la tesis defendida por el equipo. El producto solicitado es un esquema de redacción en el cual organizaran la información de forma jerárquica.
- e. Escritura del texto argumentativo. Etapa en la cual un participante redacta un primer borrador del escrito; posteriormente se pasa el escrito a un segundo integrante para que modifique el texto y así con cada uno de los integrantes del equipo. Las nuevas versiones de los textos se van subiendo a la plataforma.
- f. Participación en el Foro de discusión, cuyo objetivo es que los integrantes del equipo comenten si ya están de acuerdo o no con la versión final del texto. El producto solicitado es el texto argumentativo en su versión final.

<sup>4</sup>En el proceso de interacción es importante destacar que se pone en juego dos tipos de saberes del individuo, uno real y otro potencial. Vygotski (1979) refiere a éstos con el término zona de desarrollo próximo (ZDP). La ZDP es “la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.” (1979, p. 133).

### Logros de la actividad

Todos los equipos entregan el texto escrito, ya que su atención recae en la entrega del producto final y no en el proceso de construcción del texto; los estudiantes además logran los saberes propios de la UEA (tesis, argumentos, antítesis, estructura del texto).

Sin embargo, se registran las siguientes dificultades: Los estudiantes tienen problemas para comunicarse, para discutir abiertamente, declaran no sentirse cómodos interactuando en el Foro de discusión, pues se sienten vigilados. En los foros de discusión no se registra gran participación; la mayoría de estudiantes participa sólo dos veces. Se registran colaboraciones “en solitario”, es decir, un estudiante manifiesta su opinión y ningún miembro del equipo la comenta. En concreto, el diálogo verdadero surge sólo por momentos. Todo ello origina que no haya un análisis adecuado de los argumentos que ellos mismos presentan.

Hay quejas en cuanto a la tecnología. Fallas en la red o la lentitud con la que trabaja la plataforma (Moodle), los alumnos la califican de “obsoleta”, pues ellos manejan otros dispositivos con mayor interactividad y rapidez.

### Conclusiones

Con base en estos resultados se considera que, al utilizar la técnica de trabajo colaborativo, primero se debe dedicar tiempo a generar confianza en los estudiantes para que puedan expresarse libremente, a integrarlos con sus compañeros, a desarrollar sus habilidades sociales. En la misma línea, los docentes deben enfatizar la importancia del proceso y no sólo del resultado final. Esta actividad da indicios de que los estudiantes están acostumbrados a que se les califique sólo el producto, lo cual no se corresponde con lo que propone el Modelo Educativo.

Para corregir las desventajas descritas, creemos que es conveniente un mayor detalle en la descripción de la actividad. Se asume que falta una mayor guía o explicaciones acerca de la importancia de la participación en los foros y en el diálogo mismo; tal vez manejando varios momentos de evaluación durante el proceso de escritura incrementando la atención del estudiante en el todo y no sólo en el producto final. Así, incorporar el Modelo Educativo a las clases no ha resultado del todo sencillo, pues ello involucra no sólo una perspectiva pedagógica, sino también el desarrollo de habilidades sociales, el uso de tecnología, el manejo de los contenidos propios de la materia, lo cual rompe con la inercia del estudiante y con la misma práctica rutinizada del docente.

Resulta necesaria una evaluación constante por parte del docente sobre su propia labor, hacer ajustes de las actividades descritas, pues acorde con Cassany (1993) “Nuestro deber como maestros consiste no sólo en respetar los rasgos individuales de cada alumno, sino en potenciar su autonomía y su responsabilidad, de acuerdo con su personalidad... [para lo cual] debemos presentar una variada y completa gama de técnicas, recursos y ejercicios para que los alumnos puedan elegir sus herramientas preferidas para escribir, las más apropiadas a su estilo cognitivo y a su carácter.” .

### Referencias

- Cassany, D. (1993). *Ideas para desarrollar los procesos de redacción*. (C. d. pedagogía, Ed.) Recuperado el 2 de Septiembre de 2016, de [https://www.upf.edu/pdi/dtf/daniel\\_cassany/ideases.htm](https://www.upf.edu/pdi/dtf/daniel_cassany/ideases.htm)
- Dettori, G., Giannetti, T., & Persico, D. (2006). *Cooperative Learning: Implications for pre-service teacher training*. (E. J. Education, Ed.) Recuperado el 2 de Septiembre de 2016, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1465-3435.2006.00273.x/pdf>
- Fernández Blanco, T., Díaz Godino, J., & Cajaraville Pegito, J. (2012). *Razonamiento Geométrico y Visualización Espacial desde el Punto de Vista Ontosemiótico*. (B. d. Matemática, Ed.) Recuperado el 12 de marzo de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291223573004>
- Garrison, D. (2010). *El e-learning en el siglo XXI: Investigación y práctica*. Barcelona: Octaedro.
- Golightly, A., Nieuwoudt, H., & Richter, B. (2006). *A Concept Model for Optimizing Contact Time in Geography Teacher Training Programs*. (J. o. Geography, Ed.)
- Leikin, R. (2004). *The wholes that are greater than the sum of their parts: employing cooperative learning in mathematics teachers' education*. (The Journal of Mathematical Behavior, Ed.)
- Red de Fortalecimiento a la Docencia. (2014). *EL MODELO EDUCATIVO DE LA UAM Cuajimalpa 10 años de vida*. México: UAM C.
- Serrano, J., & Calvo, . (1994). *Aprendizaje cooperativo. Técnicas y análisis dimensional*. . *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia*.
- Serrano, J. M, J., Pons, R., & Ruiz, M. (2007). *Perspectiva histórica del aprendizaje cooperativo: un largo y tortuoso camino a través de cuatro siglos*. *Revista Española de Pedagogía*(236), 125-138.
- Serrano, J., & González-Herrero, M. (1996). *Cooperar para aprender. ¿Cómo implementar el aprendizaje cooperativo en el aula?* Murcia: D.M. Editores.
- Vygotski, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* ( (3ra. ed. 2009). ed.). Barcelona: Crítica.

# REDUCCIÓN DEL NIVEL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO Y TRANSPORTE EXTRAORDINARIO MEDIANTE EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Ing. Silvia Ivonne Solís Legarda<sup>1</sup>, MC Mirella Parada González<sup>2</sup>, MC Diego Adiel Sandoval Chávez<sup>3</sup>, Dra. Rosa María Reyes Martínez<sup>4</sup>, Dr. Ulises Martínez Contreras<sup>5</sup>

**Resumen**—El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de implementar un Programa Maestro de Producción en la reducción del nivel de inventario de producto terminado, la reducción en el gasto de transporte extraordinario de producto terminado y el incremento de la adherencia al cumplimiento del programa. Para tal efecto, se desarrolló un sistema computacional en *Adobe Dreamweaver*® diseñado de acuerdo a las necesidades de la empresa, que permite la administración del control de la producción, de tal forma que la adherencia a dicho programa permita lograr los objetivos. Llevándose a cabo durante un periodo comprendido desde Agosto del 2015 a Diciembre del 2016. Se espera obtener como resultado: incrementar 5% la adherencia al programa de producción; reducir 15% el nivel de inventario de producto terminado; y reducir un 65% el gasto por transporte extraordinario.

**Palabras clave**—Programa Maestro de Producción MPS, transporte extraordinario, sobreproducción, adherencia al programa de producción.

## Introducción

La competencia empresarial ha ido en incremento en los últimos años; si bien la innovación es el principal factor contribuyente a lograr posicionamiento y éxito, las empresas líderes buscan soluciones que permitan mejorar el desempeño de las cadenas de suministro, agregando valor en cada eslabón, a través de estrategias de colaboración e integración para obtener una ventaja competitiva. Porter (1985) en su libro *Ventaja Competitiva*, expone tal prerrogativa, no sólo en cada actividad de la empresa, sino también la relación entre ellas: cuáles son las actividades que tienen que ver con los proveedores y cuáles son las actividades dirigidas a los clientes.

La tecnología ha desempeñado un papel importante en esta competencia, con un mecanismo para el manejo integral de la información en tiempo real, lo que facilita a las empresas administrar las actividades de su cadena de suministro.

En una empresa el proceso de planeación tiene una importancia trascendental para el éxito, ya que dependerá de este que se aprovechen o no las oportunidades del mercado. La planeación de la producción es muy útil para lograr ahorros provenientes de economías de escala, de una buena administración de los inventarios y del capital de trabajo disponible. (Muñoz Negrón, 2009)

Este estudio se enfoca en el diseño e implementación de un Plan Maestro de Producción para una empresa manufacturera. Para su elaboración se desarrolló un software computacional en la plataforma *Adobe Dreamweaver*®. Para la gestión de los modelos, cantidades y prioridades a producir dentro de la empresa, tomando en cuenta la mezcla, así como las capacidades instaladas, esto con base en la suposición inicial, que al administrar correctamente esta área de la cadena de suministro, a través de un óptimo control de la producción, se obtendrá como resultado la reducción de sobreproducción, embarques a tiempo a clientes y como consecuencia reducción de gastos por transporte extraordinario.

## Planteamiento del problema

La empresa en donde se realiza la investigación no cuenta con un instrumento de control de producción que considere los factores necesarios para que se lleve a cabo una programación efectiva, a pesar de que se cuenta con

<sup>1</sup> Ing. Silvia Ivonne Solís Legarda es Estudiante de Postgrado de la Maestría de Ingeniería Administrativa en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [silviasolis122@gmail.com](mailto:silviasolis122@gmail.com)

<sup>2</sup> MC Mirella Parada González es Profesora en la División de Postgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [mparada@itcj.edu.mx](mailto:mparada@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> MC Diego Adiel Sandoval Chávez es Profesor en la División de Postgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [clasesitcj@gmail.com](mailto:clasesitcj@gmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Rosa María Reyes Martínez es Profesora en la División de Postgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [rosyreyes2001@yahoo.com](mailto:rosyreyes2001@yahoo.com)

<sup>5</sup> Dr. Ulises Martínez Contreras es Profesor en la División de Postgrado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [umartinez@itcj.edu.mx](mailto:umartinez@itcj.edu.mx)

varios archivos auxiliares cuya función es dar un panorama general de las necesidades de los clientes, así como asegurar embarques inmediatos de aquellos más importantes; este proceso es deficiente, por lo que existe la necesidad de un sistema que contemple capacidades, inventarios, demanda, mezcla de productos, prioridades, entre otros.

Como consecuencia prevalece la falta de una herramienta que determine las prioridades y proporcione orden al determinar cuánto y cuándo producir. Para efectos de esta investigación, se observan y analizan las siguientes situaciones: gastos excesivos en envíos extraordinarios de producto terminado al cliente, los cuales oscilan por mes desde los \$2 000 hasta los \$50 000 dólares; además, los niveles de inventario de producto terminado son \$350 000 dólares en promedio por encima de la meta establecida debido a la sobreproducción. Además, el cumplimiento o adherencia al actual programa de producción se encuentra por debajo de 80% en promedio, mientras que la empresa tiene como meta el 92% como mínimo. Datos que se muestran en el figura 1.

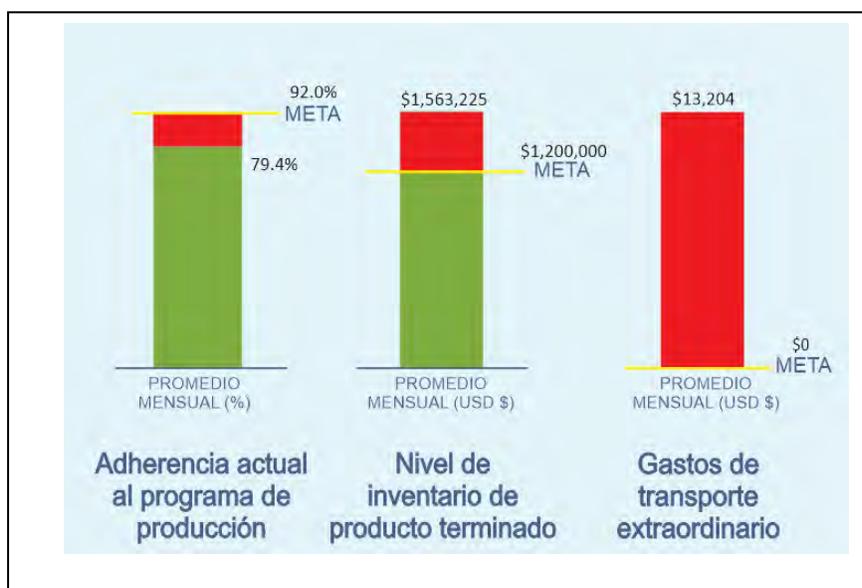


Figura 1. Gráficos de las variables de investigación

### Descripción del Método

Con el fin de dar solución al problema planteado, la estrategia metodológica usada se divide en ocho etapas que se describen a continuación:

Fase 1: Creación de plan preliminar. En esta etapa inicial se reúne el equipo de control de producción y el gerente de materiales para identificar al personal indicado que conformarán el equipo multifuncional para participar en el desarrollo del programa maestro de producción.

Fase 2: Conformar un equipo multifuncional. En esta segunda etapa se lleva a cabo una junta informativa con las personas previamente preseleccionadas para conformar un equipo integral de trabajo, se les presenta el plan preliminar para obtener realimentación, sugerencias y aportaciones válidas para incluir en el desarrollo del programa maestro de producción. Se espera obtener además un equipo comprometido y una agenda para la siguiente sesión de trabajo. Además se integra al equipo un elemento de apoyo con experticia en el área de desarrollo de software.

Fase 3: Plan y programa de trabajo. En esta etapa se elabora un plan de trabajo que consiste en un cronograma de actividades y las personas responsables de cada actividad con el cual se estará trabajando durante el resto de la investigación.

Fase 4: Desarrollo del programa maestro de producción. Durante esta etapa se estará desarrollando el programa maestro de producción, utilizando para su elaboración a través de *Adobe Dreamweaver®*. Se establecen juntas periódicas entre el programador con el gerente del área de materiales y el investigador para revisión de los avances.

Fase 5: Presentar el programa maestro de producción preliminar a la empresa. Una vez concluido el programa maestro de producción, en esta quinta etapa se presenta el programa a la alta gerencia de la empresa para explicar los beneficios de su uso, así como para recibir realimentación. En caso de ser necesario, en esta etapa se llevan a cabo los ajustes al mismo.

Fase 6: Implementación del programa maestro de producción. En esta etapa se dará capacitación a los usuarios del programa, posteriormente se pondrá en uso dicho programa.

Fase 7: Toma de mediciones. Después de la implementación, se mide el cumplimiento del programa de producción, el nivel de inventario de producto terminado así como los gastos del transporte extraordinario utilizando el mismo criterio que para el planteamiento del problema inicial. Se procesa la información de manera que pueda ser analizada para generar conclusiones con el fin de responder a las preguntas de investigación.

Fase 8: Conclusiones y recomendaciones. Esta última etapa se realiza un reporte final escrito basado en los resultados obtenidos en la fase anterior. A su vez, se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación así como a las hipótesis planteadas. Se emitirán conclusiones y recomendaciones pertinentes de acuerdo con lo observado, además de incluir las lecciones aprendidas durante el desarrollo de la investigación.

*Desarrollo del software*

De acuerdo a los requerimientos de la empresa se eligió desarrollar una página web con lenguaje de programación tipo php, así como unas bases de datos programadas en MySQL® y en Excel®, las cuales fueron compiladas por medio de un editor gráfico de html y php llamado Dreamweaver® versión 8 con el cual se elaboró el software donde se pondrán presentar los resultados de acuerdo al programa plan maestro de producción. Las actividades realizadas se describen a continuación:

Recopilación de Información. Se realiza una investigación acerca de las necesidades de la empresa y así obtener un resultado.

Análisis de los problemas que existen en la empresa. Se observa con detalle toda la información obtenida y se determinan las ineficiencias.

Investigación y selección de los tipos de lenguajes de programación. Se analizan los diversos tipos de lenguajes de programación y se opta por el que sea más apropiado.

Creación y presentación del boceto para la presentación a la empresa. Se realiza un boceto o diseño con los requisitos solicitados y se entrega el diseño sugerido a las personas correspondientes para su aprobación. Ver figura 2

Implementación de las modificaciones. Se añaden todas las correcciones que se vieron necesarias a lo largo de la investigación en el sistema o en el boceto ya diseñado.

Modificación y creación de las Bases de Datos. Se utilizan las bases de datos ya existentes, realizando los cambios requeridos para la solución de los problemas presentados con anterioridad.

Enlazar Bases de Datos con el sistema. Se crea una relación entre las bases de datos y el sistema.

Elaboración de las pruebas necesarias. Se realizan las verificaciones en el funcionamiento del sistema así como también de las bases de datos como el almacenamiento y la generación de reporte en base a los datos almacenados en ellas.

Presentación del sistema. Se presenta el sistema de información con todas las verificaciones y correcciones realizadas.

Revisión de los resultados. Se realizan las pruebas para evaluar los resultados.

PartNum	Initial Inventory	Total Demand	qly weekly(MPS)	Capacidad max sem/horas	Capacidad max sem/piezas		
33-000215	8000	56000	48000	0	0		
42-281075	5748	38220	32472	105	133875		
46-151800	0	20	20	420	11830		
46-158800	150	420	270	630	25547		
46-184800	0	80	80	1050	20798		
46-173900	25	25	0	315	6952		
	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
9600	9600	9600	9600	9600	0	0	
6494	6494	6494	6494	6494	0	0	
4	4	4	4	4	0	0	
54	54	54	54	54	0	0	
16	16	16	16	16	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	

Figura 2. Pantalla del boceto del Programa Maestro de Producción

### **Resultados esperados**

Se estima que la implementación de un programa maestro de producción facilitará el proceso de la gestión del control de la producción, además que con el uso de la herramienta se establecerán prioridades basadas en capacidades instaladas y requerimientos de cliente. De esta forma al cumplir dicho programa, la adherencia al mismo evitará la sobreproducción que genera niveles de inventario de producto terminado por arriba de lo establecido, de igual forma, al seguir tal programa, el transporte extraordinario se verá reducido dado al cumplimiento de embarques al cliente en tiempo.

Una vez implementado el programa maestro de producción, se tomarán las mediciones de las variables consideradas para este estudio, a continuación se describen los resultados que se espera obtener en cada una de las variables: un incremento de 5% en la adherencia a programa de producción, siendo actualmente de 79.4% en promedio mensual se espera alcanzar por lo menos un 85%. Una reducción de un 15% en el nivel de inventario del producto terminado de un promedio mensual actual de \$1 563 225 dólares a \$1 300 000. Una reducción de 65% del gasto en transporte extraordinario por pérdida de envío regular debido a la falta de producción, siendo este de \$13 204 dólares el promedio mensual actual, se espera reducir por debajo de los \$5 000 dólares.

#### *Referencias bibliográficas.*

Ballou, Ronald. "Logística: Administración de la cadena de suministro", Pearson Education, 2004.

Gaither, Norman y Frazier, Greg. "Administración de producción y operaciones", Internacional Thomson Editores, 2002.

Muñoz Negrón, David F. "Administración de Operaciones, enfoque de administración de procesos de negocios", 2009

O'Brien, J. & Marakas, G. "Management Information Systems", Tata Mc-Graw Hill, 2008.

Orlicky, J. "MRP, The new way of life in production and inventory management", Mc-Graw Hill, 1975.

Porter, Michael E. "Competitive Strategy", 1985

# Propuesta de medición del servicio al cliente en ZOY con el modelo Servqual desarrollado en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

Rosa María Solís Reyes<sup>1</sup>, Lic. José de Jesús Reyes Sánchez,  
Adriana Gurrola Pitones y D.C.M. Felipe Carlos Vásquez

**Resumen**—Actualmente una de las necesidades de las empresas es mantener a sus clientes contentos y fieles dado que el mercado laboral es cada día más competitivo. El Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo (I.S.T.F) busca crear profesionales altamente competitivos, propone desde materia de Taller de Investigación I una metodología de servicio al cliente en la empresa “ZOY” que se encuentra ubicada en Fresnillo, Zac., utilizando cuestionarios como herramienta, donde se planteara Fiabilidad, Capacidad de Respuesta, Seguridad, Empatía y elementos tangibles, que son las cinco dimensiones que son evaluadas para medir la calidad en el servicio en la escala SERVQUAL para que con él se pueda dar respuesta inmediata reduciendo o eliminando el máximo de defectos con respecto a las necesidades de los mismos.

**Palabras clave**— Tienda departamental, Servqual, cliente, cuestionario

## Introducción

Tener una investigación de servicio al cliente juega un papel muy importante en todas las empresas. Ya que es la concesión de las empresas con sus clientes y sirve como estrategia para la organización pueda darse cuenta de lo que sus clientes necesitan y así minimizar o eliminar lo que a ellos no le gusta. La investigación marca en el entorno actual, las tendencias actuales en la investigación se basara en especial buscando énfasis en el desarrollo de nuevas técnicas de gestión y análisis basado en la aplicación del cuestionario Servqual.

Varios aspectos son los que han influido en la importancia de la investigación del servicio al cliente, ya que se debe conocer las necesidades del consumidor, ya que el incremento de la competencia ha convertido en una obligación la necesidad de contar con un flujo de información dinámico que permita racionalizar los procesos de toma de decisiones. Con el esquema Servqual ofrece nuevas ideas que hace posible la obtención de información de una forma rápida de lo que los clientes esperan de la empresa.

La investigación nace en la tienda Zoy, la cual sale a la luz en el 2011 ya que Santory compra las tiendas de parisina moda ya que ellas se encontraban en quiebra, y es ahí cuando nace “Zoy solo yo”. A partir de ahí y hasta la fecha ya son 86 tiendas en la república, esta empresa ofrece productos 100% mexicanos y genera empleo dentro de México, como se quiere que la empresa siga creciendo busca conocer a sus clientes para así ofrecerles lo que ellos quieren.

Como se sabe todas las áreas de la empresa van de la mano por lo cual al mejor una se mejoran varias, la principal es la de mercadotecnia ya que el servicio al cliente entra en ella de forma intangible ya que no se puede tocar pero si se llega apreciar en una forma positiva ya que a mayor satisfacción se logra un valor hacia la marca, esto hace que el departamento de ventas tenga más entradas, Los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, trabajan en esta pequeña investigación que se espera sirva a la empresa a tener mejor comunicación con sus clientes y así no solo ayudar a la empresa sino también ayudar al país dando trabajo y a apoyando en vender lo que se produce en México.

<sup>1</sup> **Lic. Psic. José De Jesús Reyes Sánchez** Es docente asociado “A” del Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo, Profesor Investigador del ITSF en Fresnillo, Profesor del proyecto DELFIN. Tutor del Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo, Secretario del área de económico-administrativo ciencias básicas, Asesor de proyectos de residencia dentro de la carrera de ingeniería en gestión empresarial.

**Maestro Felipe Carlos Vásquez**, Es docente asociado “A”, Es Estudiante del Doctorado en Ciencia de Materiales en el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) que forma parte del PNPC del CONACYT. Es desde el 2006 docente-investigador y tutor del Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo, ha asesorado alumnos en proyecto DELFIN en 2013, ha participado en 4 congresos Internacionales, 2 en modalidad de presentación Oral y 2 como poster.

## Descripción del Método

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

El objetivo de la investigación es que el departamento de mercadotecnia muestre ideas para mejorar la comunicación con sus clientes, ya que el servicio al cliente es una forma intangible, ya que este no se siente al simple tacto, pero bien, ayuda a que la empresa tenga una comunicación con sus clientes y así el departamento trabaja en dar satisfacción por medio de las percepciones que tienen los clientes hacia la empresa y con ello obtener que ellos den un valor a la empresa, con ello vienen mejorar el área de recursos humanos ya que es una empresa donde el servicio es directo, se tiene que tener trabajadores que siempre estén al 100% dar talleres que ayuden a los trabajadores a siempre tratar al cliente de lo mejor, ya que como se dice “Al cliente lo que pida”, con esto viene el aumento en ventas ósea que el departamento de ventas tiende a tener mayores ingresos.

La mayoría de las empresas tienen como staff lo que es servicio al cliente pero se puede observar que la mayoría así cuentan con el no lo toman en cuenta esto es un grave error ya que sin los clientes las empresas no son nada es por eso que se necesita abrir los ojos antes que la competencia lo descubra, estos tiempos ya no son como antes que se encontraba una tienda de ropa 20 cuadras de distancia una de la otra, lo cual obligaba a los clientes comprar en ellas, ahora ya se encuentran 20 tiendas en una cuadra esto hace que los clientes elijan y en ocasiones no sea tanto la calidad sino el trato hacia ellos.

Es por eso que siempre es bueno seguir con investigaciones como estas más que nada para siempre estar observando lo que los clientes necesitan y así que las empresas no se vallan a pique. Los resultados obtenidos en los cuestionarios fueron por mayoría de mujeres de 21 a 26 años por lo cual se puede ver que la empresa está más apegada a la juventud y también la mayoría de las encuestadas piensan que el servicio es bueno.

La calidad en el servicio al cliente es uno de los puntos primordiales que se deben cumplir dentro de cada una de las empresas; sin importar el tamaño, estructura y naturaleza de sus operaciones, deben de demostrar la capacidad que tienen para desempeñarse en esta área, ya que al ser la primera imagen que se da a los clientes ayuda a mantenerse en la preferencia de los mismos, y si se llega a alterar pueden convertirse en una amenaza. Por lo cual, principalmente se debe definir la importancia de dicho servicio al cliente, para poder estructurar adecuadamente la forma más óptima de llevarlo a cabo.

Según Pizzo (2013) es el hábito desarrollado y practicado por una organización para interpretar las necesidades y expectativas de sus clientes y ofrecerles, en consecuencia, un servicio accesible, adecuado, ágil, flexible, apreciable, útil, oportuno, seguro y confiable, aún bajo situaciones imprevistas o ante errores, de tal manera que el cliente se sienta comprendido, atendido y servido personalmente, con dedicación y eficacia, y sorprendido con mayor valor al esperado, proporcionando en consecuencia mayores ingresos y menores costos para la organización.

Se tiene que tener en cuenta que siempre se busca mantener al cliente satisfecho y con esto se puede obtener tres puntos a favor de la empresa que son:

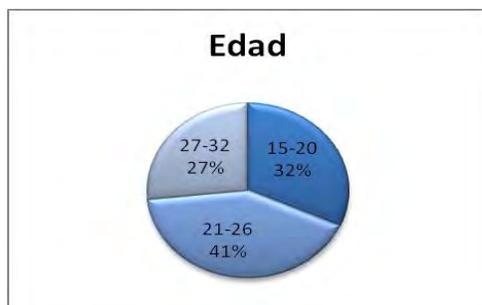
- Un cliente satisfecho vuelve a comprar
- Un cliente satisfecho comunica a todos sus experiencias positivas con el producto u/o el servicio
- Un cliente satisfecho deja a lado la competencia

Para poder lograr estos tres puntos es necesario conocer a los clientes y lograr satisfacer sus necesidades.

La investigación que se llevó a cabo es de una población de 1000000 personas de las cuales 4726628 son de sexo femenino, la sección a la que está enfocada la empresa es a mujeres.

Se realizó una muestra piloto por cuestiones de tiempo en las cuales se aplicaron 60 cuestionarios dedicadas a mujeres de 18 a 32 años, para medir la calidad del servicio al cliente.

A continuación se mostraran los resultados obtenidos de la calidad del servicio que se recolectaron por medio de él cuestionario:



Como se puede observar la población que mayormente se encuestó es de 21 a 26 años, el resto corresponde a las demás edades.



A los clientes que contestaron ¿Qué tan atractiva les parece la tienda? Se observa que el 61% lo considera bueno lo demás se divide entre las otras opciones.



La mayoría de los encuestados consideran que la localización es buena los demás se dividen las distintas opciones.

### Comentarios Finales

La importancia de cumplir con las cinco dimensiones del modelo Servqual es muy importante ya que cubre con la comodidad del cliente de manera tangible e intangible, la calidad en el servicio se ha convertido en un factor fundamental en la decisión por dos razones: la competencia es cada vez mayor y atrae al cliente mediante una diversidad de servicios que añaden valor al producto que se ofrece.

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió la calidad en el servicio en la tienda Zoy. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas del cuestionario así como un resumen ergonómico de cómo manejar a los clientes ofreciéndoles todo lo que ellos buscan, ya antes mencionado la mayoría de sus clientes consideran a la empresa buena, pero aquí no se trata de ser “bueno” sino de buscar la máxima eficacia y eficiencia para poder lograr la visión de la empresa que “Es ser un líder en la industria del vestido que represente y promueva los más altos estándares profesionales, creativos y éticos que generan gran valor y fidelidad de nuestros clientes.”

#### Conclusiones

Los resultados demuestran la necesidad de seguir trabajando para llegar a la excelencia ya que siempre habrá competencia y si se quiere mejorar hay que darles a los clientes lo que buscan. Es indispensable que todos los que conforman la empresa de Zoy vayan todos hacia el mismo rumbo buscando hacer cumplir la visión. La ausencia del factor calidad humano es el que hace que sus clientes piensen que es bueno ya que se pudo observar que en ocasiones los trabajadores no dan lo mejor de sí, y eso la mayoría del tiempo no se toma en cuenta por los patrones. Fue quizás inesperado el haber encontrado que la empresa en sí se encuentra en buenas condiciones para sus clientes así que lo que se busca más que nada es alcanzar la excelencia para que así sus cliente se mantengan fieles a ellos, ya que no se sabe cuándo van a llegar nuevas competencias.

#### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en el factor Servqual ya que es la estructura tomada en cuenta la investigación solo fue probada en una muestra de la población de Fresnillo, Zac., pero al igual se puede seguir con esta investigación en donde se encuentre cualquier tienda departamental de Zoy. Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere al servicio al cliente ya que lo hecho solo fue un pequeño cuestionario al igual hay que buscar maneras de comunicación de la empresa al cliente por ejemplo un Focus Grup donde los investigadores muestren cosas innovadoras a los clientes y ya ver si les agradan y si es así llevarlos a cabo.

### Políticas con Respecto a Los Autores

La cuota de recuperación es POR PERSONA QUE ACUDE AL CONGRESO, y no por ponencia.  
Pagarán la cuota de recuperación aquellos autores que acudan al Congreso.

### Referencias

El uso del SERVQUAL en la verificación de la calidad (Igami, eL uso del SERVQUAL) y otros),

Evaluación de la calidad del servicio en una biblioteca universitaria ((Sanz))

<http://www.gestiondeventas.com/>

[www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)

<http://www.marketing-xxi.com/departamento-de-atencion-al-cliente-104.htm>

Propuesta integral de estrategias a la localidad de San José de Bacum para potenciar el desarrollo

(Villanueva) \*

(Galgano, 1998): Calidad Total, clave estratégica para la competitividad de la Empresa, 1998;2-

Calidad del Servicio al Cliente y Gestión de reclamaciones, "(Moreno)";3-

(Charw): El Cliente quiere... Calidad. 2da Edición. Editorial Printince-Hall.Espano – Americano, S.A. México 1992

### Notas Biográficas

El **M.A. Guillermo Prieto Gómez** y los otros autores tienen la opción de incluir una breve nota biográfica al final del manuscrito. Utilice por favor el tipo Times 8. Este autor es profesor de la Facultad de Contaduría de la Universidad del Norte, en Manila, Veracruz, México. Terminó sus estudios de postgrado en administración de empresas jurídicas en *Songbird University*, Denver, Colorado. Ha publicado artículos en las revistas ABC y ZRT. Su libro "Alcances del Jurado", es el texto preferido en la mayoría de las facultades de administración en América Latina.

La **Ing. Laura Luz Beltrán Morales** es profesora investigadora en la U. Tecnológica Superior de Aguascalientes. Su maestría en Ingeniería Industrial es de *St. Mary's University*, de San Antonio, TX. Laura Luz proporciona servicios de consultoría en el área de redes químicas y ha publicado más de 20 artículos en revistas revisadas por pares. Ha presentado 843 ponencias en congresos nacionales e internacionales y presentó una conferencia magistral en el Congreso de Ingeniería Química Aplicada de Oaxaca, México, en 2005.

El **Dr. Ramón Sorín** es Vicerrector Académico del Instituto de Estudios Avanzados de Asturias, en Gijón. España. El Dr. tiene maestría y doctorado en finanzas de la Universidad Calixta, Guanajuato, México. Sorín es el autor de 23 artículos y 20 ponencias.

La **Lic. María Jesús González** es profesora de Ing. Industrial en *Red Blue University* de San Antonio TX. Ha registrado 16 patentes de robótica. Sus artículos han aparecido en revistas como *Industrial Engineering Applications*, *Journal of Educational Technologies*, y *Texan Engineering Abstracts*. Sus servicios de consultoría son en las áreas de *Lean*, Control de la Calidad, y Producción Total.

APENDICE  
Cuestionario utilizado en la investigación

**CUESTIONARIO SOBRE LA CALIDAD EN EL SERVICIO**

Buen día, se encuentra realizando este cuestionario para Taller de investigación I, en el cual se busca dar el valor que los clientes representan para la empresa Zoy, por lo que se le pide su colaboración contestando el siguiente cuestionario. Las respuestas dadas serán anónimas y servirán exclusivamente para completar la investigación.

**Datos Generales:** Señale con una X los rangos que le corresponda.

Edad			Ocupación			E. Civil
15-20	21-26	27-32	Estudiante	Profesionista (Especifique)	Ama de casa	

**Instrucciones:** En base a la experiencia que ha vivido como cliente en la empresa ZOY, califique del 1 al 5 la calidad del servicio, tomando en cuenta que 1 es excelente, 2 es bueno, 3 es regular, 4 es mala y 5 es pésima.

Preguntas	E	B	R	M	P
Elementos tangibles	1	2	3	4	5
¿Qué tan atractiva le parece de la tienda? (Maniquís, aparadores, iluminación)					
¿Qué le parece la distribución de la tienda? (División de áreas: Vestidos, ropa interior, casual, etc.)					
¿Para usted, la localización de la tienda es? (Domicilio en que está ubicada)					
¿Qué le parecen los probadores de ropa? (Espacio, espejos, iluminación, ventilación, etc.)					
<b>Empatía</b>					
¿Cómo fue el trato del personal? (Amabilidad, respeto, confianza, etc.)					
¿Qué le parece la apariencia de los empleados? (Uniforme, limpieza, presentación, etc.)					
<b>Seguridad</b>					
¿Desde su punto de vista, la capacitación de los empleados es?(Resolvieron sus dudas)					
¿Qué tan seguro se siente al probarse las prendas en los vestidores?					
<b>Capacidad de respuesta</b>					
¿La disposición y voluntad de los empleados para ayudarle es?					
<b>Fiabilidad</b>					
¿En general la calidad de los artículos y servicios que ofrece la tienda los considera?					
¿Cómo considera el sistema de pagos?					

Se le agradece su tiempo prestado para contestar esta cuestionario, pues servirá para mejorar la calidad en el servicio que les brinda la empresa a ustedes sus clientes.

# Mejoramiento de un sistema de manufactura mediante la implementación de técnicas Lean-Seis Sigma, caso de estudio PyME

Georgina Solís Rodríguez<sup>1</sup>, José Ricardo Reyes Torres<sup>2</sup>,  
Francisco David Cárdenas Ledezma<sup>3</sup>

**Resumen**— En la actualidad las empresas de bienes y las de servicios son presionadas por sus clientes con requerimientos de calidad y rapidez en tiempos de entrega, desarrollo e innovación de nuevos servicios y productos; en algunos casos los requerimientos se establecen en sus contratos y se determinan cláusulas de penalización con cargos monetarios por incumplimiento en sus servicios. Una metodología alternativa para la solución de éstos problemas, es el enfoque Lean Seis Sigma (LSS) que es una combinación de técnicas de manufactura esbelta (lean manufacturing) y seis sigma (six sigma); Lean y Seis Sigma son metodologías que cuyos objetivos son similares pero se han desarrollado de forma distinta. El objetivo es proporcionar a la empresa PyME las herramientas y elementos necesarios para involucrar y facilitar la participación del personal a través de la plataforma DMAIC en los proyectos Lean Seis Sigma (LSS) generados para la organización.

**Palabras clave**—lean manufacturing, six sigma, lean-seis sigma, PyME.

## Introducción

Empresas de bienes y servicios son presionadas por sus clientes con requerimientos de calidad y rapidez en tiempos de entrega, desarrollo e innovación de nuevos productos y servicios; en algunos casos los requerimientos se establecen en sus contratos y se establecen cláusulas de penalización con cargos monetarios por incumplimiento de los mismos, por ende las empresas hoy en día se encuentra en la búsqueda de alternativas para cumplir en tiempo y forma con los requerimientos de sus clientes.

Una alternativa metodológica para la solución de éstos problemas, es el enfoque *Lean-Seis Sigma* que es una combinación de técnicas de manufactura esbelta (lean manufacturing) y seis sigma (six sigma); lean y seis sigma son metodologías con una misma filosofía pero con un desarrollo histórico diferente.

Las herramientas metodológicas y el enfoque son diferentes: “*Lean* busca, ante todo, eliminar desperdicio de los procesos y reestructurarlos para hacerlos más eficientes, rápidos y ágiles a la hora de responder a las necesidades de los clientes” (Carrasco, 2011). El tiempo transcurrido total (“lead time”) es la principal métrica sobre la que trabaja. Las herramientas son visuales y la ejecución se estructura en una forma definida (kaizen events). *Seis Sigma* persigue también la mejora de los procesos aunque en un sentido más amplio y menos definido a priori: calidad, eficiencia, niveles de servicio. Metodológicamente es más ordenado, y hace uso extensivo de los datos para entender el comportamiento de los procesos e identificar mejoras. *Lean-Seis Sigma* combina la estructura metodológica y herramientas de análisis de datos de *Seis Sigma* con las herramientas de proceso y principios de *Lean*.

Según Womack et al, “*Lean*” se define como “un sistema que utiliza menos recursos para crear al menos los mismos resultados producidos a través de los sistemas de manufactura tradicional, incrementando las variedades del producto requeridas por el cliente final a un menor costo”.

Abdullah et al, definen LM como “un sistema de producción enfocado a establecer el flujo continuo dentro de una cadena de suministro, que elimina todos los desperdicios y desarrolla una mejora continua, para lograr el producto requerido por el cliente en tiempo, cantidad y calidad que necesita para resolver su necesidad”.

Ravi S. Reosekar et al analizaron 179 artículos de investigación publicados entre 1995 y 2011 (16 años) en 52 revistas de prestigio seleccionados con el fin de “ayudar a investigadores, académicos y profesionales para centrarse en el crecimiento, la pertinencia y la evolución de la investigación para poner en práctica los principios de Seis Sigma”. Los artículos seleccionados se clasificaron por: Tiempo distribución de artículos, metodología de la investigación, la investigación, los patrones de flujo de autor, el enfoque del sector, la integración con otras filosofías de fabricación, estado de ejecución y rendimiento. Se concluye con esta revisión de literatura que existe buena información disponible de los principios de seis sigma, sus herramientas y sus técnicas, sin embargo, todavía hay una necesidad de realizar más investigaciones en esta dirección. Se puede concluir que el concepto de seis sigma tiene un gran impacto en la comunidad académica, industrial y de la investigación.

1 Georgina Solís Rodríguez MC es Profesora de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Saltillo gsolis@itsaltillo.edu.mx

2 José Ricardo Reyes Torres MII es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Saltillo j.ricardo.reyes.t@gmail.com

3 Francisco David Cárdenas Ledezma Lic. Es Profesor de Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico de Saltillo

Roy Andersson et al (2014) mencionan cómo seis sigma fortalece las estrategias de lean para obtener mejores resultados; no se puede simplemente dar más agilidad al proceso ya que esto nos genera variabilidad y esto a su vez disminuye la calidad. El objetivo de su investigación es saber, “si la estrategia de uso conjunto de LSS puede mejorar la flexibilidad, la robustez, la eficiencia, y la agilidad al mismo tiempo”. En un caso de estudio se implementó el proceso DMAIC, además se usaron los principios de lean en cuanto a proyectos de mejora; se creó una especie de “caja de herramientas” en la cual se conjuntan las dos metodologías para ser utilizadas en el proceso de mejora.

Diferentes tipos de organizaciones han adoptado esta fusión de técnicas, en el estado del arte encontramos áreas tales como la industria de servicios, de mercadeo, tecnología web, asistencia y seguridad, farmacéutica, salud, ciclo de vida de productos, metodología TRIZ, entre muchas más.

Zhang et al (2012), realizó una revisión de literatura de lean six sigma de conocidas bases de datos que incluyen Science Direct, EBSCO host, Emerald y Google Scholars reviso 116 artículos del año 2000 a diciembre del 2011, su revisión incluye casos de estudio y teorías relacionadas. En porcentajes muestra que el 53% corresponden a casos exitosos de estudio y 47% están basados en diversas teorías. Incluye información relacionada con países en los cuales se ha desarrollado literatura, siendo Estados Unidos y Reino Unido quienes lideran estos tópicos, nuestro país se encuentra con menos de 3 aportaciones en este rubro. Es del 2008 a diciembre del 2011 la mayor productividad observada. En cuanto a las áreas de aplicación el orden es el siguiente; salud, manufactura, militares, gobierno, servicios financieros, computación y sistemas, ventas, publicidad, servicios generales, educación, alimentos, consultoría entre otros misceláneos. Presentan registros de país y área de aplicación; en particular México produce artículos de lean six sigma en mejora de procesos y aplicación de la técnica en la industria de la salud.

Brook (2014), define Lean y Seis Sigma con la estructura dada en la figura 1, propone un “kit” de herramientas lean que pueden ser desarrolladas en forma conjunta con la estructura DMAIC.

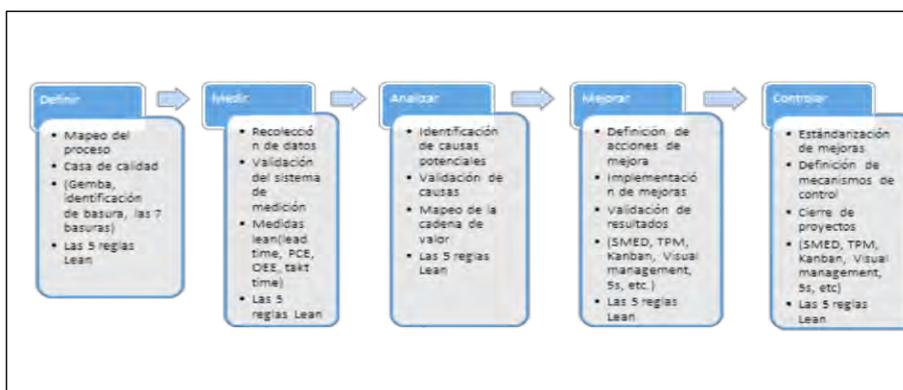


Figura 1. Estructura de un proceso Lean y Seis Sigma (adaptación Brook, 2014)

El propósito del presente artículo es presentar un caso de aplicación de la técnica en una PyME de la región, el antes y después de su implementación.

### Descripción del Método

Se describen de forma simplificada los principales conceptos utilizados en esta investigación.

Manufactura esbelta; agrupa una serie de métodos principalmente enfocados a minimizar el uso de recursos o reducir los desperdicios en la manufactura a través de equipos de trabajo. Algunos de ellos; metodología 5's, mapa de cadena de valor, kaizen, método de cambios rápidos, mantenimiento productivo total, kanban etc., entre otros.

Seis Sigma; es un enfoque de gestión que mide y mejora la calidad. Es un método, basado en datos, para llevar la calidad hasta niveles óptimos. El método Seis Sigma, es conocido como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases.

Lean-Seis Sigma, es una combinación de ambas técnicas, sus objetivos de forma conjunta son; reducción de desperdicios, eliminación de quejas de clientes, mejoras de productividad, reducción de tiempos de operación, reducción de inventarios, incremento de ventas, entre otros retos.

### Descripción del Problema

Nuestro objetivo principal fue proporcionar a la empresa participante las herramientas y elementos necesarios para involucrar y facilitar la participación del personal a través de la plataforma DMAIC en los proyectos Lean Seis Sigma.

El problema planteado fue el siguiente; en una empresa mediana de la localidad dedicada al sector automotriz, en específico al proceso de ensamble de componentes del tren de transferencia del motor se detectó una fuga que generaba pérdidas aproximadas con gastos anuales del orden mayor a los 50 mil dólares; el objetivo de la implementación de la técnica fue por tanto eliminar las fugas por sector en la línea mencionada. Primeramente se inició con la fase de “definición” del problema a través de conteo de diversos defectos que se presentaban en el proceso, ver la figura 2, en donde el diagrama de Pareto mostró los principales defectos presentes. Posteriormente se realizó la validación del sistema observándose que la mayor parte de la contribución de la variación provenía de las partes. En la etapa de “medición”, se definió de forma equivalente la variable del problema ( $Y_C = Y$  del problema,  $Y_B = Y$  del negocio,  $Y_P = Y$  del proceso), definida en diversas unidades, PPMs. USD y  $cm^3/min$  respectivamente con el objetivo de cuantificar el rendimiento en ese momento y fijar los objetivos a mejorar.

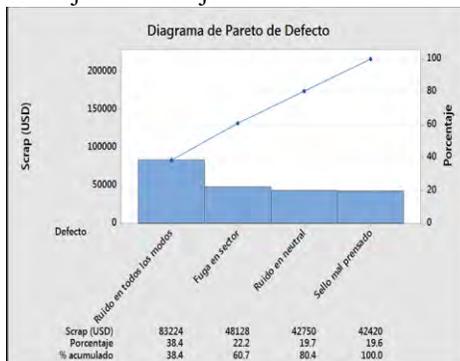


Figura 2. Diagrama de Pareto por defectos.

### Método

Se utilizó la metodología lean – seis sigma para resolver el problema descrito, fase a fase se detectaron, definieron, analizaron y modificaron las causas raíz que provocaban el problema de fugas en el tren de transferencia; la descripción sintetizada se presenta enseguida.

Por medio de un análisis causa-efecto se definieron materiales, mano de obra, máquinas y método involucrados en la definición del problema se identificaron diferentes variables que pudiesen estar causando las fugas, en total se definieron 11 variables posibles. Posteriormente se ponderaron en base a criterios establecidos por los técnicos y se identificaron como causa raíz sólo 5 variables.

Una vez identificadas las posibles variables causa raíz, se aplicó la técnica de los 5 ¿por qué?, a través de preguntas se exploraron las relaciones causa-efecto que generaban la fuga de scrap en el componente y se analizaron de forma independiente a través de diferentes enfoques de diseño de experimentos, se realizaron diseños completamente al azar en una sola vía con sus correspondientes pruebas de hipótesis, además de pruebas de hipótesis basadas en la distribución t de Student (ver figura 3 y 4).

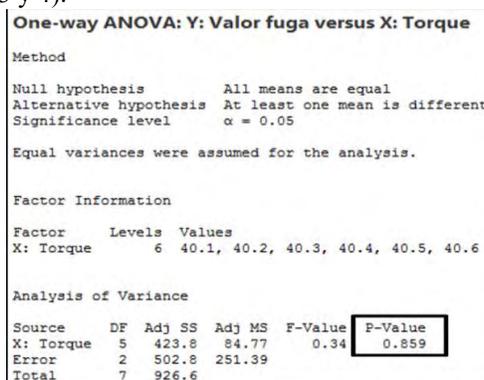


Figura 3. Análisis de la varianza en una sola vía Fuga vs Torque.

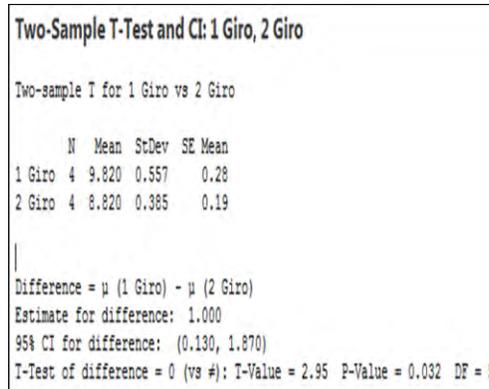


Figura 4. Prueba t de Student, Giro 1 vs Giro 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante la fase de análisis del proceso DMAIC y a la evidencia estadística obtenida se evaluaron los resultados para evidenciar a las variables que significativamente eran causas reales o causas de potencia para ser examinadas durante el proceso y proceder al paso de mejora del procedimiento seis sigma.

De las 5 variables analizadas 4 de ellas resultaron significativas en las pruebas aplicadas por lo que se procedió a la fase de “implementación” o mejora para determinar las soluciones pertinentes para controlar la causas que provocaban la fuga y su definición en cuanto a niveles de operación y tolerancias; se definió y ordenó de forma esquemática de acuerdo a la figura 5.

Contramedidas para eliminar causas de variación en fugas					
Variable	Causa	Contramedida	Efectividad	Fácil de implementar	Costo asociado

Figura 5. Contramedidas para la eliminación de causas raíz

De acuerdo a la evidencia estadística se propusieron diversas acciones para corregir los factores que resultaron significativos, en esta fase de “implementación” los cambios realizados fueron desde entrenar a los operadores para aumentar los giros o aprietes en tuercas, hasta solicitar a los proveedores de partes modificar sus procesos de maquinado para eliminar defectos en su componentes suministradas al proceso analizado, de la misma forma se dieron indicaciones para modificar las especificaciones del producto con el departamento de Ingeniería del Producto.

### Resultados

La identificación de las causas raíz detectadas mediante la implementación de la metodología lean - seis sigma generó modificaciones diversas, algunas de ellas fueron la realización de auditorías semanales (las cuales anteriormente no se realizaban en ese periodo de tiempo), se implementaron ayudas visuales para la inspección de la rebaba por parte de los operadores y se modificaron los procesos de maquinado con los proveedores involucrados, así mismo se realizaron actualizaciones para controlar en lugar de implementar durante todo el tiempo el AMEF y los planes de control del proceso (ver figura 5).

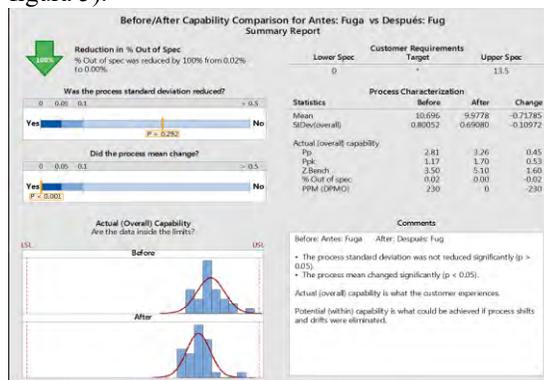


Figura 5 Comparación de la capacidad Antes/Después para: Fugas

La implementación de las acciones correctivas logro una disminución significativa en las fugas del componente y en cuanto al ahorro estimado anual para la planta fue del orden mayor a los 50 mil dólares. La variable respuesta del problema  $Y_C = Y$  del problema,  $Y_B = Y$  del negocio,  $Y_P = Y$  del proceso se optimizaron considerablemente.

### Comentarios finales

Las principales oportunidades de mejora que se logran al ejecutar Lean Seis Sigma son; reducción de desperdicios, eliminación de quejas de clientes, mejoras de productividad, reducción de tiempos de operación, reducción de inventarios, incremento de ventas, entre otros retos. Lean Seis Sigma se ha convertido en el proceso de negocio más efectivo para lograr incrementar la satisfacción de los clientes y el desempeño financiero de los negocios a través de apoyar mejoras en disminución de costos, aumento de calidad, servicio y productividad.

### Referencias

Carrasco Sánchez, N. (2011), Aplicación de la metodología lean-Seis Sigma en la resolución de un problema presentado en un proceso farmacéutico de manufactura; Universidad Iberoamericana, México. Tesis.

Quentin Brook, Lean Six Sigma & Minitab, Open Resources Ltd, 2014

James Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos (2007) The Machine That Changed the World, Simon and Schuster UK Ltd.

Abdullah Ismail, Jaharah A. Ghani, Mohd Nizam Ab Rahman, Baba Md Deros, Che Hassan Che Haron (2014), Application of Lean Six Sigma Tools for Cycle Time Reduction in Manufacturing: Case Study in Biopharmaceutical Industry, Arabian Journal for Science and Engineering, Vol. 39, issue 2, pp 1449-1463.

Ravi S. Reosekar et al (2015), "Six Sigma methodology: a structured review", International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 5 No. 4, pp. 392-422.

Roy Andersson et al (2015), "Lean Six Sigma strategy in telecom manufacturing", Industrial Management & Data Systems, Vol. 114 No. 6, pp. 904-921.

Zhang Q., Irfan M., Aamir M. y Zhu M., (2012) "Lean Six Sigma: A Literature Review", Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business, Vol. 3, No. 10.

Mikel J. Harry, Prem S. Mann, C. de Hodgins, Richard L. Hubert and Christopher J. Lacke; Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements, Ed. Wiley, 2010.

### Notas Biográficas

La M.C. Georgina Solís Rodríguez es profesora- investigadora en el Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Saltillo, es licenciada en Matemáticas Aplicadas de la UAdeC, tiene maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial del ITS y es candidata a grado de Doctor por COMIMSA; imparte cátedra en el nivel de licenciatura y posgrado, dirige tesis de posgrado y desarrolla proyectos de investigación.

El M.I.I. José Ricardo Reyes Torres es Profesor en el Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Saltillo, es ingeniero Electrónico y tiene maestría en Ingeniería Industrial en el ITS; imparte cátedra en el nivel de licenciatura y posgrado; asesora residentes de nivel licenciatura y colabora en proyectos de investigación. Es asesor en una consultoría de empresas.

El Lic. Francisco David Cárdenas Ledezma es profesor en el Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Instituto Tecnológico de Saltillo, su licenciatura en Economía es de la UAdeC, imparte cátedra a nivel licenciatura, asesora residentes de nivel licenciatura y colabora en proyectos de investigación.

# Estudio del sinterizado de materiales bi-capa de polvos de Ti6Al4V mediante dilatometría de polvos para aplicaciones en implantes ortopédicos con porosidad graduada

V.M. Solorio<sup>1</sup>, L. Olmos<sup>2</sup>, H.J. Vergara-Hernández<sup>3</sup>, T. Santoyo Arreguin<sup>4</sup>

**Resumen**—El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto generado por el acomodo de capas en materiales bi-capas con porosidad controlada sobre la cinética de sinterización. Se utilizaron polvos de Ti6Al-4V con una distribución de tamaño entre 20 y 106  $\mu\text{m}$ . Los polvos se tamizaron para obtener dos distribuciones (20 a 45 y 76 a 106  $\mu\text{m}$ ). Para el diseño experimental, los polvos se vertieron en un crisol de zirconia con dos acomodos: a) las capas fueron apiladas en forma axial; b) las capas fueron acomodadas en forma radial, dejando al interior los polvos más gruesos. Se obtuvo la cinética de sinterización mediante ensayos de dilatometría y se realizaron ensayos de compresión en las muestras sinterizadas. Se encontró que el acomodo radial favorece la densificación y aumenta las propiedades mecánicas. La microestructura presenta una porosidad graduada en función del tamaño de partícula usado para cada capa.

## Introducción

A pesar de los grandes progresos en la fabricación de implantes ortopédicos mediante biocompatibles, la fijación de los mismos al hueso y su adaptación al cuerpo continua siendo un reto importante en la obtención de materiales que puedan adaptarse para desempeñar su trabajo de manera óptima. La metalurgia de polvos (MP) ha emergido como una de las técnicas que permite obtener piezas con características complejas, tanto de microestructura como de macroestructura. Una de las características más importantes para que un implante sea capaz de adaptarse al cuerpo humano es la porosidad, ya que esta permite el anclaje de los músculos y el paso de fluidos a través del implante, logrando una mejor interacción con el hueso. Adicionalmente, la porosidad permite que el módulo de elasticidad y la resistencia mecánica de los materiales usados en los implantes sea reducido y se asemeje mejor al de los huesos. Los materiales más comúnmente usados para implantes biomédicos son los aceros inoxidables, CoCrMo y las aleaciones base Ti. Todas estas poseen módulos de elasticidad muy superiores a las de los huesos, que se encuentran entre 10 y 30 Gpa [Long]. Varios autores han reducido las propiedades mecánicas de los materiales usados en implantes mediante la adición de porosidades utilizando la técnica del espaciador mediante el proceso de MP [Dewidar y col., Chen y col., España y col.]. Sin embargo, cuando la porosidad está distribuida de manera homogénea genera algunas desventajas, tales como; menor esfuerzo de cedencia en comparación con los huesos, acelera las fracturas, el desgaste y la corrosión de los materiales [Bender y col.]. Para sobrepassar esta desventaja se propone obtener materiales con porosidad a gradiente, la cual de hecho, se asemeja más al hueso natural, que está conformado por tres zonas con tamaño de poros diferentes. Para obtener materiales con propiedades a gradiente existen varias técnicas, las cuales están resumidas en el trabajo de Kieback en gran medida [Kieback y col.]. Una de las técnicas para obtener una porosidad a gradiente es sinterizar capas de polvos con diferente tamaño de partícula, ya que el sinterizado consiste en la reducción de polvos mediante el encogimiento dimensional de la muestra, el cual es inversamente proporcional al tamaño de partícula. Simchi y col. estudiaron el comportamiento de sinterizado de polvos de acero inoxidable con diferentes tamaños para la fabricación de materiales bicapa, teniendo un acomodo axial de las capas de polvos. Mientras que España y col. desarrollaron un material a gradiente en forma radial utilizando polvos de Ti-6Al-4V y de la aleación CoCrMo. No obstante, no existen trabajos reportados que comparen la cinética de sinterizado del efecto del acomodo de las capas para obtener una estructura degradada en forma radial o axial. Por lo que este trabajo está enfocado a estudiar la cinética de sinterización de materiales bicapa con porosidad a gradiente con dos acomodos distintos de las capas en forma radial y axial. Para lograr nuestro objetivo se utilizarán polvos de la aleación Ti-6Al-4V que ha sido reportada como biomédica. El estudio se realizará mediante dilatometría y análisis microestructural con microscopía electrónica de barrido. También se evaluarán las propiedades mecánicas mediante ensayos de compresión para determinar el efecto de la configuración de las capas para producción de materiales a gradiente.

<sup>1</sup> V.M. Solorio es estudiante de Ingeniería en Materiales en el Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, México.

[vmsgvictor@gmail.com](mailto:vmsgvictor@gmail.com) (Autor correspondiente)

<sup>2</sup> L. Olmos es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la UMSNH, Morelia, México. [luisra24@gmail.com](mailto:luisra24@gmail.com)

<sup>3</sup> H.J. Vergara-Hernández es Profesor-Investigador perteneciente al posgrado de Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [hvergarah@yahoo.com](mailto:hvergarah@yahoo.com)

<sup>4</sup> T. Santoyo Arreguin es Profesora perteneciente a la licenciatura de Ingeniería en Materiales del Instituto Tecnológico de Morelia, México. [materesita@outlook.com](mailto:materesita@outlook.com)

## Metodología

Se utilizaron polvos comerciales de la aleación Ti-6Al-4V producidos por la empresa Raymor, Canadá, los cuales fueron tamizados para obtener dos diferentes distribuciones de tamaño de partícula, la primera entre 20-45  $\mu\text{m}$  y la segunda entre 75-106  $\mu\text{m}$ . Los polvos fueron utilizados para fabricar compactos cilíndricos con dos capas, cada una correspondiente al tamaño de partícula. Las capas fueron colocadas una sobre otra en dos configuraciones, axial y radial, para el primer caso la capa formada por el tamaño de partícula más fino fue colocada en la parte inferior y para el caso de la configuración radial, la capa de mayor tamaño de partícula fue colocada en el interior de la muestra. Para obtener las configuraciones mencionadas se vertieron los polvos en un crisol de zirconia de 10 mm de diámetro y 10 mm de altura, en el cual se calculó la masa de cada tamaño para obtener capas de aproximadamente 5 mm cada una, en cualquier configuración. Enseguida se realizó un proceso de presinterización a una temperatura de 800 °C con 40 min de estancia a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min. Este proceso se realizó para permitir que los polvos se pegaran entre si y que tuvieran una resistencia mecánica para extraerlos del crisol. Posteriormente, los compactos obtenidos se sinterizaron a una temperatura de 1260 °C durante 5 min utilizando a una velocidad de calentamiento de 25 °C/min, respectivamente. El sinterizado se llevó a cabo con un dilatómetro vertical Linseis L75V en atmósfera de argón, para eliminar la presencia del oxígeno, se realizó una purga del horno durante 30 min con un flujo de argón continuo.

La densidad relativa de las muestras fue determinada mediante la medición del volumen y el peso de cada muestra, antes y después del sinterizado. Enseguida, la deformación axial, la densificación y la velocidad de deformación fueron obtenidas a partir de los datos adquiridos en los ensayos de dilatometría. Las muestras fueron cortadas y preparadas metalográficamente dándole acabado espejo utilizando como abrasivo alúmina de 50 nm para después ser limpiadas en baño ultrasónico con acetona durante 30 minutos con ciclos de 10 minutos para su observación mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), la cual se realizó en un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo de la marca TESCAN.

Utilizando los mismos ciclos térmicos se fabricaron muestras para realizar los ensayos de compresión de acuerdo a la norma ASTM D695-02. Finalmente, se realizaron ensayos de compresión en una máquina universal Instron serie 1195 a una velocidad de desplazamiento de 0.5 mm-min<sup>-1</sup> [Guden y col.], para determinar el módulo de Young y la resistencia a la cedencia.

## Resultados

En la Figura 1 se presenta la deformación axial en función de la temperatura durante todo el ciclo térmico de sinterizado para las muestras de dos capas con acomodo axial y radial. Inicialmente hay una pequeña deformación positiva, la cual es debida a la dilatación térmica, enseguida se observa un encogimiento de la muestra hasta alcanzar la temperatura de sinterizado. Finalmente se registra una deformación lineal negativa que es debida al encogimiento generado durante el enfriamiento. Se puede observar que para el caso del acomodo radial, la deformación debida al inicio del sinterizado comienza alrededor de los 650 °C, mientras que para el caso del acomodo axial ese encogimiento se inicia alrededor de 730 °C. Este retraso en el inicio del sinterizado es debido al tamaño de partícula, ya que los polvos gruesos afectan directamente la deformación en la dirección axial por el acomodo de las capas. Este efecto continúa durante todo el ciclo térmico de sinterizado, incluso durante el periodo isotérmico se observa que hay mayor encogimiento para la muestra con acomodo radial. Al final del sinterizado se encontró que la muestra con acomodo axial presenta un encogimiento de 2.3 veces menor a la del acomodo radial. Lo anterior puede ser debido a que las capas con acomodo axial trabajan de manera independiente y aunque la capa de polvos finos encoja de manera más rápida que la de los polvos gruesos, el conjunto de la deformación registrado para toda la muestra es el promedio de cada capa. Por el contrario, cuando el acomodo de las capas es radial, existe una interacción entre las dos capas, lo que genera esfuerzos al nivel de la interface y provoca que haya un encogimiento mayor en los polvos gruesos, por lo que el encogimiento está controlado por los polvos finos, mientras que para el acomodo axial, la deformación está más bien controlada por los polvos gruesos. Para comparar la diferencia encontrada de manera axial se midió la deformación radial al final del sinterizado mediante el cambio del diámetro de las muestras después del sinterizado. Para el caso axial se obtuvo una deformación radial del 3.5%, mientras que para el acomodo radial fue de 2.3 %. Para este caso la deformación para el acomodo axial es 1.5 veces mayor que la obtenida con el acomodo radial, lo que nos indica que el efecto que se invierte la relación obtenida para la deformación axial. Sin embargo, la diferencia obtenida

es menor que de manera axial, lo que indica que la presión ejercida por los polvos finos sobre los gruesos durante el sinterizado ayuda a acelerar el encogimiento radial de la capa gruesa.

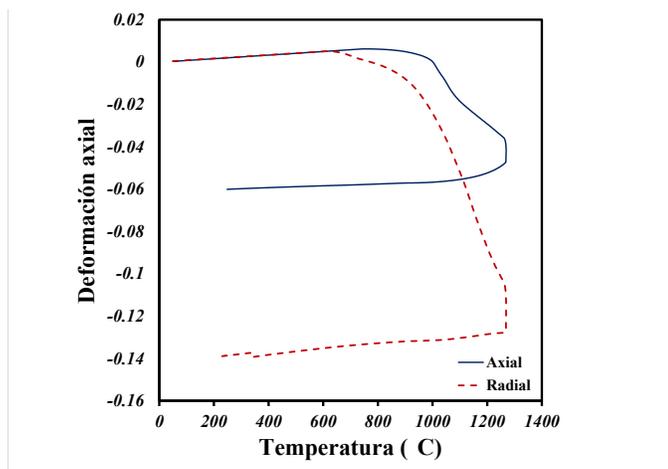


Figura 1. Deformación axial durante todo el ciclo de sinterizado de las muestras bicapa en configuración axial y radial.

En la Figura 2 se muestra la rapidez de deformación en función de la temperatura a partir del inicio del sinterizado y hasta el final de la temperatura isotérmica. Se observa que hay un incremento abrupto en la rapidez de deformación al inicio del sinterizado, la cual es debida a la alta energía superficial del sistema debido a la forma y tamaño de las partículas. Enseguida hay una pequeña disminución en la rapidez de deformación para después continuar un aumento menos pronunciado hasta alcanzar un primer valor máximo. Alrededor de los 1050 °C se presenta una pequeña reducción de la rapidez de deformación la cual es debida al cambio de fase de la aleación (pasa de fase  $\alpha$  a fase  $\beta$ ). Enseguida continúa el incremento de la rapidez de deformación conforme se aumenta la temperatura hasta alcanzar un valor máximo, que corresponde a una microestructura con cuellos interparticulares lo suficientemente grandes para reducir la energía del sistema. Se puede observar que la rapidez de deformación de la muestra con acomodo radial es mayor durante todo el ciclo térmico que la muestra con las capas en acomodo axial, siendo una diferencia de hasta 10 veces mayor. Ésto confirma que la cinética de sinterización está controlada por los polvos finos cuando las capas se acomodan en forma radial, lo que beneficia la densificación de la muestra. Al final del sinterizado la densificación de la muestra con acomodo radial fue 1.5 veces más grande que para la muestra con capas en acomodo axial, a pesar de que el tamaño de las capas fue aproximadamente igual para ambos casos.

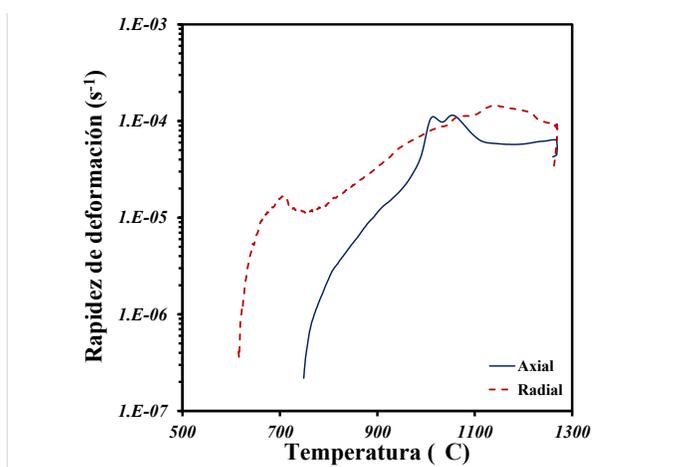


Figura 2. Rapidez de deformación en función de la temperatura a partir de la activación del sinterizado para las muestras bicapa en configuración axial y radial.

En la Figura 3 se muestran micrografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrida de la muestra bicapa con acomodo axial. La Figura 3a es una vista general en donde se puede apreciar la capa formada por los polvos gruesos en la parte superior y la de los polvos fino en la parte inferior. Se logra notar que la porosidad es mayor para la capa de polvos gruesos, aunque también se presentan algunos poros tipo fisura cerca de la interface, los cuales pueden haber sido generados debido a la diferencia de rapidez de encogimiento entre las dos capas. En la Figura 3b se muestra uno de los bordes al nivel de la interface en donde se puede apreciar la buena unión entre las capas. También es posible apreciar algunos poros grandes en la capa de polvos finos que pudieran ser efecto de la restricción de encogimiento que se suscita en la interface por la diferencia del tamaño de partícula. En la Figura 3c se muestra la unión de las partículas gruesas y finas en la interface y se observa un buen desarrollo de cuellos interparticulares, en especial se puede notar la forma de las partículas gruesas, mientras que las finas ya presentan un estado de coalescencia a pesar de que la densificación fue limitada para obtener materiales con alta porosidad.

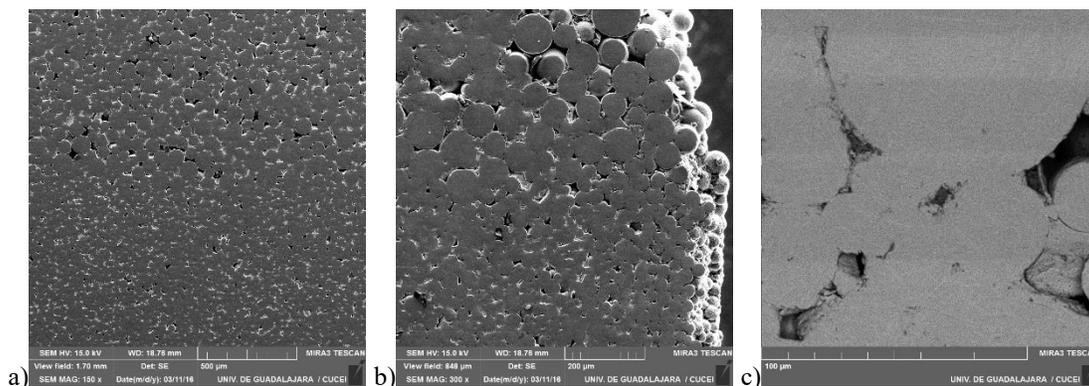


Figura 3. Micrografías obtenidas con MEB de la muestra bicapa con acomodo axial de las capas. a) Vista completa, b) detalle del borde de la muestra y c) detalle del sinterizado de partículas grandes y pequeñas.

La Figura 4 muestra micrografías de la muestra bicapa con acomodo radial. En la Figura 4a se presenta una vista general y se puede notar que la parte media de la muestra es más porosa que la de los costados, lo que indica el acomodo de los polvos gruesos y finos. En la Figura 4b se presenta la parte superior de la muestra al límite de la interface entre los polvos gruesos y finos y se encontró que hay una mayor deformación axial en la capa de polvos finos, generando un perfil de deformación en la altura de la muestra. La Figura 4c muestra un acercamiento de la interface en donde se puede notar la diferencia en la porosidad entre una capa y otra. Sin embargo en esta muestra no se encontraron defectos cerca de la interface, por el contrario como se observa en la Figura 4a, mayores porosidades se encuentran en el medio de la muestra. Esto podría ser debido a que los polvos finos tratan de encoger durante el sinterizo y al estar cubriendo el exterior de los polvos gruesos generan esfuerzos de compresión, lo que acelera la densificación de la muestra pero a su vez genera ciertas zonas de menor deformación porque la distribución de esfuerzo no es homogénea.

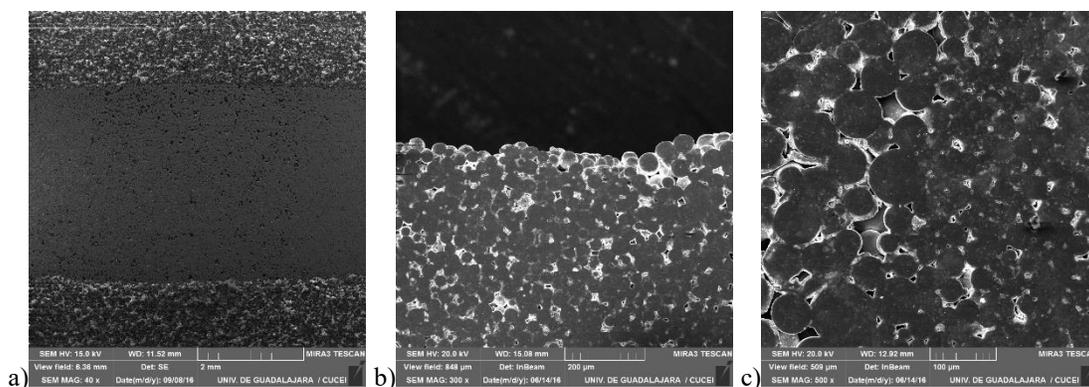


Figura 4. Micrografías obtenidas con MEB de la muestra bicapa con acomodo radial de las capas. a) Vista completa, b) detalle del borde de la muestra y c) detalle del sinterizado de partículas grandes y pequeñas.

La curva esfuerzo deformación obtenida de los ensayos de compresión de ambas muestras se presenta en la Figura 5. Se puede observar que la muestra con capas en acomodo radial resiste más y también presenta una mayor deformación, debido principalmente a que la carga es soportada por la capa más densa, que está formada por los polvos finos, presentando una mayor interacción con la capa de polvos gruesos que queda en el centro de la muestra. Por otro lado, el funcionamiento de las capas es de manera individual y cuando la capa más débil colapsa se llega a la falla de la muestra rápidamente, en este caso la más débil es la de los polvos gruesos porque presenta mayor porosidad. A partir de la curva esfuerzo deformación se estimó el módulo de elasticidad (E) y el esfuerzo a la cedencia para ambas muestras. Los valores obtenidos de E son 17 y 15 Gpa para la muestra con acomodo radial y axial, respectivamente. Estos valores son muy similares, lo cual puede ser observado en la Figura 5. Por otro lado, los valores del esfuerzo a la cedencia fueron de 197 y 132 MPa para la muestra con acomodo radial y axial, respectivamente. Un incremento del 50% en la resistencia a la cedencia es obtenido cuando el acomodo de las capas se realiza en forma radial. También se encontró que la deformación a la ruptura es 2 veces mayor para muestra con capas en acomodo radial, lo que nos confirma que la interacción entre capas es mejor para el caso de acomodo radial cuando las cargas a las que estará sometido el material son cargas axiales.

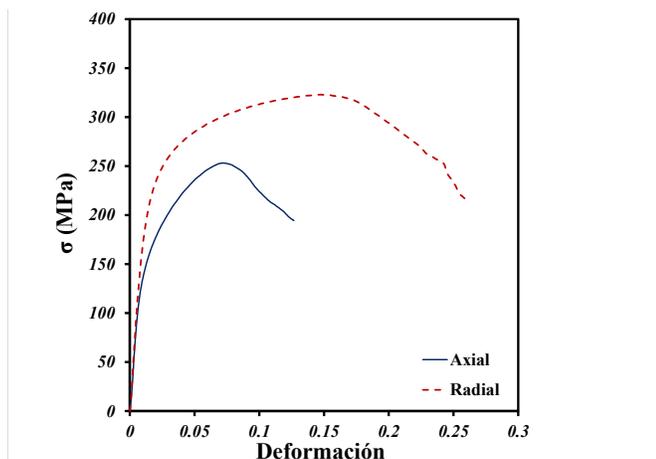


Figura 5. Curva esfuerzo-deformación para las muestras bicapa en configuración axial y radial.

### Conclusiones

En este trabajo se estudió el efecto del acomodo de capas para la fabricación de materiales con porosidad degradada a partir del sinterizado de polvos con diferentes tamaños de partícula y se obtuvieron las siguientes conclusiones del trabajo:

La cinética de sinterización es afectada por el acomodo de las capas obteniéndose una mayor densificación cuando las capas se acomodan en forma radial, siendo la capa exterior formada por los polvos más finos.

Algunas porosidades de mayor tamaño se encontraron cerca de la interface de las capas cuando el acomodo axial fue usado, indicando que los esfuerzos generados por la diferencia de rapidez de encogimiento entre las capas puede ser un problema se requiere una densificación completa de ambas o alguna de las dos capas.

El comportamiento a compresión es distinto según el acomodo de las capas, logrando mejores propiedades mecánicas cuando se tiene la configuración de acomodo radial.

De acuerdo a la microestructura de los huesos, en donde la porosidad es graduada en la dirección radial desde el exterior del hueso hacia el interior del mismo, el procedimiento desarrollado en este trabajo podría ser usado para reproducir la microestructura interna y las propiedades obtenidas serían similares a las reportadas para el hueso cortical.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al posgrado en Metalurgia del Instituto Tecnológico de Morelia y a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo para la realización del presente trabajo.

### Referencias

1. Bender Steve, Vijaya Chalivendra, Nima Rahbar, Sherif El Wakil, Mechanical characterization and modeling of graded porous stainless steel specimens for possible bone implant applications, *International Journal of Engineering Science* 53 (2012) 67–73.
2. Chen, H., et al., Fabrication of porous titanium scaffolds by stack sintering of microporous titanium spheres produced with centrifugal granulation technology. *Materials Science and Engineering: C*, 2014. 43: p. 182-188.
3. DEWIDAR Montasser M., Khalil A KHALIL, J. K. LIM, Processing and mechanical properties of porous 3 16L stainless steel for biomedical applications, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 17(2007) 468-473.
4. España Félix A., Vamsi Krishna Balla, Susmita Bose, Amit Bandyopadhyay Design and fabrication of CoCrMo alloy based novel structures for load bearing implants using laser engineered net shaping, *Materials Science and Engineering C* 30 (2010) 50–57.
5. Guden, M.C., E Akar, E Cetiner, S, Compression testing of a sintered Ti6Al4V powder compact for biomedical applications. *Materials Characterization*, 2005. 54(4): p. 399-408Kieback B., A. Neubrand, H. Riedel, Processing techniques for functionally graded materials, *Materials Science and Engineering A362* (2003) 81–105.
6. Long M. RACK H .J Titanium alloys in total joint replacement – A material science perspective *Biomaterials*. 1988, 19, 1621-1639.
7. Simchi A., A. Rota, P. Imgrund, An investigation on the sintering behavior of 316L and 17-4PH stainless steel powders for graded composites

# Emprendimiento: La continuidad a partir del factor de subsistencia

Dra. en C. María Guadalupe Soriano Hernández<sup>1</sup>, M. en A. Juana Gabriela Soriano Hernández<sup>2</sup>, Mtra. Esperanza Cotera Regalado<sup>3</sup>, MAGO Laura Angélica Décaro Santiago<sup>4</sup>,

**Resumen.** El emprendimiento se refiere a la habilidad y actitud de una persona para iniciar retos innovadores. En el emprendimiento la subsistencia familiar es un elemento presente. El factor de la subsistencia representa dos vertientes, por un lado marca el inicio de un negocio amenazado con la desaparición a partir de sus condiciones de nacimiento y por el otro es una fuente inagotable de motivaciones encaminadas a lograr la continuidad de la acción emprendedora, por lo que desde esta perspectiva el objetivo de la presente se centra en identificar las diferencias que se marcan a partir de las vertientes referidas. La metodología: Investigación descriptiva basada en un enfoque cualitativo. Los resultados permiten detectar las posibilidades de continuidad de un emprendimiento basado en el factor de subsistencia.

**Palabras clave.** Emprendimiento, subsistencia, continuidad

## Introducción

El emprendimiento exige que el emprendedor se esfuerce, que tome riesgos y que ofrezca productos innovadores capaces de convencer a un mercado exigente, por lo que insertarse de manera activa en el emprendimiento requiere que se investiguen los requerimientos de los consumidores, sin embargo, no todos los emprendimientos nacen a través de la planeación y el enfoque centrado en el mercado, como lo es el emprendimiento por necesidad. El emprendimiento surgido a partir de la necesidad de subsistencia, nace con una seria amenaza de desaparición y solo algunas veces logra el paso del emprendimiento por necesidad al emprendimiento por estilo de vida. El objetivo de este trabajo fue describir identificar las diferencias que se marcan a partir del emprendimiento de subsistencia y el emprendimiento por estilo de vida.

En atención al objetivo descrito, en este trabajo se definen y describen las características de emprendimiento por subsistencia, se hace un comparativo entre tipo de emprendimientos orientado a la subsistencia y se listan los factores que surgidos de una investigación empírica han permitido lograr el paso del emprendimiento de subsistencia al emprendimiento por estilo de vida.

## Emprendimiento de subsistencia

Los emprendedores desde el punto de vista de Lederman, Messina, Pienknagura y Rigolini (2014) son personas capaces de transformar ideas en iniciativas rentables a partir de talentos especiales, como la capacidad de innovar, introducir nuevos productos, explorar otros mercados, y entre sus habilidades personales se encuentran la capacidad de dirigir a otras personas, de priorizar de tareas y el dar mejor uso a los recursos disponibles. Estos autores consideran que “los emprendedores de éxito prosperan cuando el entorno económico e institucional es favorable e impulsa los rendimientos de la innovación” (Lederman, et. al., 2014:1).

El emprendimiento entendido por Díaz de Leon y Cancino (2014) se puede clasificar en emprendimientos por necesidad y emprendimientos por oportunidad, la clasificación responde a factores como la naturaleza del

<sup>1</sup> María Guadalupe Soriano Hernández es profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Centro Universitario UAEM Zumpango. mgsorianoh@uaemex.mx (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Juana Gabriela Soriano Hernández es profesora de medio tiempo en la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Centro Universitario UAEM Zumpango. jgsorianoh@uaemex.mx

<sup>3</sup> Esperanza Cotera Regalado es profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. peracotera@hotmail.com

<sup>4</sup> Laura Angélica Décaro Santiago es profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Centro Universitario UAEM Zumpango. México. ladecaros@uaemex.mx

emprendimiento, la estructura de las actividades empresariales y su capacidad de innovación, bajo este escenario, el emprendimiento por necesidad corresponde a aquellos que se utilizan como estrategia de supervivencia, sobre todo cuando la persona requiere de encontrar una actividad que le permita atender adecuadamente a su familia. Según

Fuel (2014, citado por Díaz de León y Cancino), el emprendedor por necesidad parte de lo que está en capacidad de ofrecer, sin estudiar lo que necesita el mercado y no analiza la competencia ni incorpora el emprendimiento en su plan de vida, el emprendimiento por necesidad se asocia a condiciones de pobreza y no se considera que aporte significativamente al crecimiento económico, sin embargo, este emprendimiento representa un beneficio en la economía cuando la tasa de desempleo aumenta. El emprendimiento por oportunidad está constituido por emprendedores que generalmente se insertan en la actividad empresarial cuando no tienen otra alternativa, el emprendimiento por oportunidad se subdivide en dos: emprendimientos dinámicos y por estilo de vida. En el primero los emprendedores toman ventaja de una oportunidad en el mercado y la innovación. Los emprendedores por estilo de vida establecen y gestionan un negocio focalizado en sus objetivos personales, generalmente estos emprendedores de forma intencional optan por desarrollar un modelo de negocios de crecimiento limitado que a largo plazo sea sostenible, viable y, por lo general, sin accionistas. Los emprendedores por subsistencia están más asociados a la educación básica y los emprendedores por estilo de vida se ubican en un nivel más avanzado de educación que les permite desarrollar habilidades empresariales.

Berniel (2013) llevó a cabo una clasificación de los emprendedores para diferenciarlos en su potencial para crecer, bajo los siguientes términos: “Aquellos microempresarios que se parezcan más a un asalariado típico, especialmente al informal, serán identificados aquí como emprendedores de subsistencia, mientras que aquellos que compartan más características con los empleadores de mayor tamaño se identificarán como microempresarios con potencial para crecer” (Berniel, 2013:128). La clasificación anterior tenía como principal objetivo identificar a aquellos emprendedores que estaban dispuestos a hacer crecer y desarrollar sus negocios, de tal forma que en los resultados encontrados, que surgieron a partir de un resultado discriminante, se estableció que El 78% de los microempresarios son empresarios de subsistencia, que por sus características parecen ser asalariados desempleados “encubiertos” y solo el 22% de los microempresarios serían emprendedores “con potencial”, que quizá se encuentren restringidos en alguna dimensión que imposibilita su desarrollo.

En el reporte de economía y desarrollo de la CAF (2013) se identifica a un emprendedor de subsistencia como aquel que se parece más a un trabajador asalariado que a un empresario, es decir, se identifica más con un autoempleado. En dicho reporte se establece que entre los microempresarios de subsistencia, “una fracción superior al 70% se identifica más con los asalariados informales (p.e. están menos educados y provienen de ambientes socioeconómicos más pobres) que con los asalariados formales” CAF (2013: 6). “El problema de los emprendedores de subsistencia surge cuando ciertos individuos se ven forzados a emprender, pero carecen de las habilidades, las motivaciones o las posibilidades reales para planear a futuro la expansión de sus negocios.” (Berniel, 2013: 140)

La encuesta CAF 2012 determinó la personalidad del emprendedor a partir de algunos rasgos psicológicos entre los que se pueden observar siete características: orientación al logro, locus de control, autonomía, innovación y creatividad, autoeficacia, capacidad multitareas, tolerancia al riesgo. En el estudio llevado a cabo por la ECAF (2012) el hallazgo encontrado apunta a que la orientación al logro, la innovación y creatividad, y la capacidad de realizar varias tareas a la vez, son características que distinguen a los emprendedores con mayor potencial de crecimiento, por lo que estas características se asocian más con un empleador que con un trabajador por cuenta propia.

Dentro del emprendimiento de subsistencia se ha catalogado a aquellas personas que no tienen una mejor alternativa laboral y por ello deciden iniciar su negocio propio, como una forma de autoemplearse, en este panorama la opción del autoempleo puede resultar atractiva por sus posibilidades de obtener ingresos monetarios combinables con tareas domésticas o de autoproducción que brindan mejores estándares de vida que los que podrían obtenerse con una baja remuneración en un puesto asalariado.

### **Subsistencia**

Desarrollar su vida una persona o un ser vivo es la definición de subsistir en el diccionario manual de la lengua española, dicha definición nos permite allegarnos al razonamiento cotidiano y generalizado de “ganarnos la vida” o “mantener económicamente y en las mejores condiciones posibles a la familia”, para lograr tales expectativas se requiere de recursos que lo posibiliten, en este sentido, los recursos pueden ser tangibles e intangibles. Chambers y Conroy, (1991, citados por la Organización de las Naciones Unidas, s/f) consideran que los recursos de los que se echa mano se pueden definir como medios de subsistencia y éstos comprenden las habilidades, los activos (tanto materiales como sociales) y las actividades necesarias para alcanzar los medios de vida.

El Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (citado en el documento de apoyo medios de vida de la ONU), desarrolló el marco sustentable de subsistencia y lo consideró como una herramienta analítica, útil para la comprensión de varios factores que afectan la subsistencia, dentro de este marco se entendió a los medios de subsistencia como un sistema, por lo que se visualizó a los medios como los bienes a los que la gente recurre, las estrategias que desarrollan para ganarse la vida el contexto en el que se desarrolla el sustento y todos los factores que hacen que la subsistencia sea menos vulnerable al estrés y a las crisis.

Dentro de las estrategias que las personas desarrollan para “ganarse la vida” se encuentra una serie de factores que hacen posible el emprendimiento por subsistencia. En el estudio hecho a cinco emprendimientos y presentado por Díaz de León y Cancino (2012) los resultados arrojaron que a partir de una serie de factores se lograba el paso del emprendimiento por necesidad al emprendimiento por estilo de vida, en la tabla 1 se observan los factores y se complementa la información con las situaciones de alerta que amenazan el emprendimiento.

**Tabla 1.** Factores contenidos en los emprendimientos por subsistencia.

<b>Factor de inicio.</b>	<b>Competencias del líder</b>	<b>Alertas</b>
La necesidad de incrementar los ingresos familiares. Se necesita alcanzar un equilibrio entre lo económico y sus necesidades personales. La necesidad de cuidar de la familia. Desempleo. Jubilación. Obtención de cofinanciamiento. Se detecta una oportunidad de negocio rentable. Capacitación que permite desarrollar habilidades empresariales. Aprovechar el mercado informal.	Gusto por su actividad productiva (que puede ser heredada o adquirida). Experiencia y experticia en el proceso productivo. Creación de redes de contacto con clientes y proveedores. Identificar un nicho de mercado específico que pretende atacar. Clara visión del emprendimiento. Implementar medidas de control interno. Utilización de medios electrónicos para ser ubicado por sus clientes. Capacitación en administración, contabilidad, marketing y servicio al cliente que mejoran el servicio prestado. Incorporación de técnicas de marketing, como promociones y diseño una página web. Utilizar sus conocimientos previos. Capacitación en administración, marketing y contabilidad. Habilidad para la búsqueda y desarrollo de productos que satisfagan un mercado.	El emprendedor no está interesado en crecer, debido a que le traería como consecuencia un cambio en el modelo de negocio y en su vida personal. No tener clara la visión del negocio. Desarrollo de nuevos emprendimientos sin haber consolidado el actual. No mantener redes de contacto. Basar las decisiones principalmente en la intuición y los consejos de la familia. Incertidumbre en la capacidad de crecimiento.

**Fuente:** Elaboración a partir de estudio presentado por Díaz de León y Cancino (2014-2).

### Conclusiones

La necesidad de subsistir obliga a pensar y a actuar de manera rápida, el que tiene necesidad de allegarse de recursos en pro de seguir existiendo, evalúa sus estrategias y se lanza a la apertura de nuevos emprendimientos que pueden no ser debidamente evaluados y por lo tanto se convierten en proyectos sin potencial, a este respecto, es la casualidad la que permite que los proyectos se incuben y crezcan. “Una de las raíces del problema del desarrollo

productivo de América Latina es la falta de emprendimiento de calidad, originada no solo en la materialización de proyectos de potencial, si no, de manera muy importante, en el débil desarrollo pleno de aquellos emprendimientos que nacen y sobreviven (Banco de desarrollo de América Latina” (Sanguinetti, (2013:52).

El emprendimiento es un factor necesario para generar crecimiento y para que a partir de ello exista el desarrollo económico, político y social, de tal forma que los emprendedores propician la transformación de las sociedades a partir de ideas innovadoras y su trabajo. No se debe perder de vista que la relación causal entre el emprendimiento y el crecimiento de la productividad se da a partir de políticas que le permitan insertarse, de tal forma que debe existir el apoyo a las instituciones que permitan el desempeño de los emprendedores.

Dar el salto de un emprendimiento de subsistencia a un emprendimiento por estilo de vida, no debe hacerse de manera fortuita, además del empeño y los buenos deseos, se debe atender a una correcta planeación que permita evadir la incertidumbre y fortalezca la visión del negocio, se deben también fortalecer las redes de contacto, dado que es a través de éstas que el negocio genera su propio desarrollo.

### Referencias.

Berniell, Lucila (2013). Capítulo 3. Microempresas: ¿fuente de crecimiento o refugio del desempleo? En *Emprendimientos en América Latina. Desde la transformación hasta la subsistencia (comp.)* Banco de Desarrollo de América Latina. Reporte de economía y desarrollo 2013. Disponible en <http://www.inmercociudades.org/download/otros/60.pdf> consultado el 10 de Julio de 2016.

CAF (2013). Reporte de economía y desarrollo 2013. *Emprendimientos en América Latina: desde la subsistencia hacia la transformación productiva.*

Díaz de Leon, D. y Cancino Ch.(2014-02). De emprendimientos por necesidad a emprendimientos por oportunidad: Casos rurales exitosos. Chile: Facultad de Economía y negocios de la Universidad de Chile y Centro de innovación para el Desarrollo Universidad de Chile. Disponible en <http://www.cid.uchile.cl/wp/WP-2014-02.pdf> consultado el 13 de Julio de 2016.

Lederman, D., Messina J., Pienknagura S. y Rigolini, J. (2014). *El emprendimiento en América Latina.* Washington D.C.: banco internacional de reconstrucción y fomento/Banco Mundial. Disponible en: [https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/LAC/EmprendimientoAmericaLatina\\_resumen.pdf](https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/LAC/EmprendimientoAmericaLatina_resumen.pdf) consultado el 12 de Julio de 2106.

Sanguinetti, Pablo (2013). Capítulo 1. El emprendimiento como motor de desarrollo. En *Emprendimientos en América Latina. Desde la transformación hasta la subsistencia (comp.)* Banco de Desarrollo de América Latina. Reporte de economía y desarrollo 2013. Disponible en <http://www.inmercociudades.org/download/otros/60.pdf> consultado el 20 de Julio de 2016.

Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007. Definición de subsistir. Larousse Editorial, S.L.

Organización de las Naciones Unidas (UNDP) s/f. Documentos de apoyo medios de vida. Traducción de Vargas Lozano Rosa Aurora. Disponible en: <http://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/8-MediosdeVida.pdf> fecha de consilta 02 de septiembre de 2016.

# Propuesta para el desarrollo local en pequeñas comunidades de la sierra a partir del turismo de naturaleza: El caso del Rancho Capitahuaza en Álamos, Sonora

Mtro. John Sosa Covarrubias<sup>1</sup>, Mtro. Alberto Galván Corral<sup>2</sup>,  
Mtra. María Marysol Baez Portillo<sup>3</sup> y Mtra. Lizette Marcela Moncayo Rodríguez<sup>4</sup>

**Resumen**— Actualmente en el Noroeste de México, la actividad turística ha tenido gran participación en la diversificación del aprovechamiento productivo de las empresas dedicadas al sector primario, permitiendo generar nuevas alternativas económicas viables durante las temporadas de escasa producción. En el presente escrito se muestran los resultados del trabajo realizado en el Rancho Capitahuaza, basado en los términos de referencia del programa para mejoramiento de la producción y productividad indígena, de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, integrando una Microempresa dedicada a la prestación de servicios de turismo de naturaleza, la cual genere impactos económicos, ecológicos y sociales para beneficio de las comunidades locales de San Vicente y Basiroa, en Álamos, Sonora. Éstas ven al proyecto como una oportunidad para difundir su patrimonio natural y cultural, trayendo consigo beneficios para su desarrollo; actualmente se encuentra en proceso de dictaminación para la facilitación de recursos para su operación.

**Palabras clave**— Turismo de naturaleza, desarrollo local, Rancho Capitahuaza.

## Introducción

La búsqueda por acercarse a la naturaleza de una forma más directa y activa, pero a la vez más responsable, valorando y respetando las particularidades naturales y socioculturales autóctonas de los lugares visitados, dio pauta en Europa y Estados Unidos al surgimiento del Turismo de Naturaleza. En este sentido la Secretaría de Turismo de México (SECTUR), en el 2007 define a este segmento como los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales.

Esta definición ha facilitado, a su vez, realizar una segmentación del Turismo de Naturaleza, basado en el tipo de interés y actividades que el turista tiene y busca al estar en contacto con la naturaleza. Es así, que la Secretaría de Turismo ha dividido al Turismo de Naturaleza en tres grandes segmentos, cada uno compuesto por diversas actividades, donde cabe mencionar, que cual quiera de las actividades que a continuación se definen, puede requerir de guías, técnicas y equipo especializados: Ecoturismo, Turismo de Aventura y Turismo Rural (SECTUR, 2006).

El turismo de naturaleza integra al patrimonio natural y al turista. El primero incluye a la fauna y su hábitat, con sus características geológicas y paisajes, que permiten la práctica deportiva de naturaleza y el conocimiento en parques y zonas protegidas. Y el segundo se define por las motivaciones: bienestar físico, estímulo intelectual, disfrute de la naturaleza, contacto con escenarios personalizados e íntimos (Dirección General de Empresa, 2002).

Desde 1988, se tienen estimaciones de la derrama económica generada por el turismo de naturaleza que ascendió a mil millones de dólares. Por otra parte, el estudio elaborado por el World Resources Institute (WRI) en 1993, encontró que mientras la tasa anual de crecimiento del turismo en general fue del 4%, el turismo basado en la naturaleza creció entre el 10 y 30% (CCA, 1999) citado en (SECTUR, 2006).

El Turismo de Naturaleza en Europa tiene un alto valor económico. De acuerdo con el organismo Europarc de España, para 2003 se registraron desplazamientos tan sólo en áreas naturales protegidas de un volumen estimado en los 30 millones de visitantes, mismos cuyo promedio diario por persona se calculó entre los 30 y 45 euros, lo que hacía estimar una derrama económica, considerando un gasto promedio de 37.5 euros, de 1,125 millones de euros. En México, la estimación del valor anual del mercado formal de actividades turísticas vinculadas con la naturaleza,

<sup>1</sup> El Mtro. John Sosa Covarrubias es Profesor de la Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas en el Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa. john.sosa@itson.edu.mx (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Mtro. Alberto Galván Corral es Profesor de la Licenciatura en Economía y Finanzas en el Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa. agalvan@itson.edu.mx

<sup>3</sup> La Mtra. María Marysol Baez Portillo es Profesora de la Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas en el Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa. marysol.baez@itson.edu.mx

<sup>4</sup> La Mtra. Lizette Marcela Moncayo Rodríguez es Profesora de la Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas en el Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa. lizette.moncayo@itson.edu.mx

fue superior a los 750 millones de pesos en el año 2001. Señala además que el gasto realizado por los practicantes internacionales representa un 64.2% del total, esto es 486 millones de pesos, mientras que el gasto de los nacionales corresponde al 35.8% restante, esto es 271 millones de pesos.

Con el reconocimiento de la problemática rural, los debates sobre los modelos de desarrollo adecuados para resolver la problemática actual del campo han obtenido gran relevancia, incluyendo las diferentes alternativas para poder solucionar los problemas sociales y ambientales (Gerritsen y Morales, 2009).

Dachary y Maris, (2007) mencionan que el espacio rural multifuncional es aquel que genera renta y empleo, que protege el medio ambiente, la naturaleza y el paisaje, que favorece la gestión equilibrada del territorio, que garantiza la supervivencia de las comunidades rurales y que contribuye a mantener una cultura y una forma de vida que son propios. En este sentido, el turismo forma parte de esa alternativa de desarrollo del espacio rural, capaz de generar desarrollo sustentable a través del aprovechamiento de las propiedades endógenas locales, atendiendo a las necesidades de recreación de los turistas y las nuevas formas de hacer turismo (Gutiérrez y Gerritsen, 2011). Es por ello que surge la intención de dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Es el turismo de naturaleza una oportunidad para el desarrollo local en las comunidades aledañas al Rancho Capitahuaza?

El presente artículo contiene una propuesta realizada a los propietarios del Rancho Capitahuaza, una propiedad de mil hectáreas ubicada en el sur del Municipio de Álamos, en el Estado de Sonora, las cuales son utilizadas desde hace más de cien años para cría, engorda y venta de ganado bovino. El objetivo consiste en diversificar las actividades productivas del Rancho, incluyendo al turismo de naturaleza como una estrategia de aprovechamiento sustentable que permita ofertar productos y servicios turísticos auténticos y tradicionales para vivir experiencias de la vida cotidiana del campo, el cual genere impactos económicos, ecológicos y sociales para beneficio de las comunidades locales de San Vicente y Basiroa. Este proyecto se diseñó basado en los términos de referencia del programa para mejoramiento de la producción y productividad indígena 2015, publicado en el Diario Oficial de la Federación, (2014), de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), a fin de obtener recursos para el financiamiento de infraestructura y equipamiento necesario para la prestación de servicios turísticos.

### Descripción del Método

El tipo de investigación de este trabajo es descriptiva-exploratoria, que según Hernández, Fernández & Baptista, (2010) es la información detallada respecto un fenómeno o problema para describir sus dimensiones y/o variables con precisión. Para el desarrollo de esta propuesta, se consideró la metodología y la estructura del Anexo 5 contenido en las reglas de operación del programa para mejoramiento de la producción y productividad indígena, de la CDI; sin embargo, antes de ello, se elaboró un diagnóstico turístico con el fin de identificar y analizar su vocación turística, realizando entrevistas en comunidades, exploración in situ de toda la propiedad, así como investigación documental de los aspectos sociodemográficos, económicos, culturales y ecológicos, que sirvieran de insumo para justificar su potencialidad.

El Anexo 5 solicita presentar proyectos de turismo de naturaleza bajo los siguientes aspectos:

1. Carátula. Incluye los datos de la organización: nombre o razón social, ubicación geográfica, datos del representante legal, monto solicitado, conceptos solicitados, por mencionar algunos.
2. Objetivos generales y específicos, estrategias y metas a corto, mediano y largo plazo.
3. Presentación de la organización promotora del proyecto. Razón social, RFC, Domicilio, fecha de constitución, antecedentes, descripción de la organización, análisis FODA, actividades productivas.
4. Ubicación geográfica. Diseñar mapa de ubicación, turístico, mapa de accesibilidad, mapa georreferenciado.
5. Análisis ambiental. Incluir información sobre la diversidad biológica: flora y fauna protegida, amenazada y en peligro de extinción, ecosistemas, área natural protegida más cercana, análisis socioeconómico que incluya aspectos sociales y culturales de las comunidades aledañas.
6. Análisis de mercado. Analizar la oferta y la demanda turística, identificar a la competencia, segmento meta del proyecto, realizar un sondeo de mercado en comunidades, diseñar el organigrama de los colaboradores.
7. Diseño del producto turístico. Describir los recursos naturales y culturales con los que se cuentan, actividades turísticas que se desarrollarán, servicios e instalaciones que se pretende ofertar, diseño de la infraestructura arquitectónica.
8. Programa de promoción y comercialización. Nombre comercial, logotipo, estructura de precios, características de los paquetes a ofertar, mecanismos y materiales de promoción utilizados.
9. Estructura organizacional. Organigrama de la empresa, descripción y perfil de puestos.
10. Programa de capacitación y asistencia técnica. Se debe indicar el programa de capacitación considerando la fecha, tema, instructor y tipo de certificado obtenido, así como los eventos de capacitación en los que ha

participado sobre temas relacionados únicamente con el desarrollo del proyecto u operación de la empresa turística.

11. Programa de buenas prácticas. Se deberán describir las acciones que realizará la empresa para minimizar los impactos ambientales, tales como: plan de gestión integral de residuos sólidos, capacitación al personal en educación ambiental, programa de aprovechamiento de residuos orgánicos, por mencionar algunos.
12. Programa de ejecución. Detallar las etapas previstas para el desarrollo del proyecto y presentar calendario de obra (programación anual y mensual) con los alcances de cada etapa en donde se incluya los conceptos a construir, acorde con las actividades a desarrollar.
13. Presupuesto. Definir conceptos en que serán aplicados los recursos solicitados, por etapa de desarrollo, desglosando los montos de inversión en cada uno de ellos, presentación de costos, presupuestos, en sus distintas etapas y periodos de tiempo (anual, semestral o mensual), mostrando su desglose por componentes, conceptos y categorías de gasto, conforme con el programa de ejecución.
14. Análisis financiero. Realizar proyecciones mensuales y anuales (desagregado por producto y servicio a ofrecer hospedaje, alimentación, senderos, caminatas, etc.), proyecciones de ingresos por ventas de hospedajes del primero al quinto año de operación, proyecciones mensuales y anuales de los costos y gastos de producción o gastos directos, proyecciones mensuales y anuales de los costos y gastos de ventas, administración, presentación del capital de trabajo, flujo de efectivo, punto de equilibrio, entre otros.
15. Documentos complementarios. Currículum del consultor o técnico, permisos, licencias, trámites de manifestación de impacto ambiental, lista de proveedores y equipos, cotizaciones.

Una vez concentrada toda esta información, se deberá llenar el acta de asamblea comunitaria firmada por la autoridad competente en la localidad, así como el registro de solicitud de apoyo con los datos de la organización; todo ello se deberá presentar de manera física y en electrónico a la Delegación Regional de la CDI. En el momento en el que la solicitud haya sido pre-seleccionada, pasará al proceso de dictaminación en sus tres etapas secuenciales: validación normativa; validación social y de campo; y validación técnica y financiera. Posteriormente la dependencia define las fechas de presentación de los proyectos apoyados.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

Los resultados obtenidos de la implementación de la metodología consistieron en el desarrollo de la estructura de la Microempresa que se dedicará a la prestación de productos y servicios de turismo de naturaleza, la cual se presentó en las instalaciones de la Delegación Regional de la CDI, de los cuales se muestran los más relevantes.

1. Objetivo General: Gestionar una empresa que permita aprovechar el patrimonio natural y cultural del Rancho Capitahuaza, a través del programa de turismo de naturaleza en zonas indígenas, con el cual se genere una alternativa económica factible alterna a las actividades tradicionales del Rancho y que genere beneficios sociales, culturales y económicos a las comunidades rurales aledañas.
2. Objetivos específicos:
  - Hacer participe en el equipo de trabajo a las comunidades aledañas, buscando generar beneficios económicos.
  - Potenciar los productos locales de las comunidades aledañas tales como la artesanía y los alimentos típicos.
  - Implementar un programa de capacitación turística para el equipo de trabajo del rancho con el fin de prestar servicios de calidad.
3. Metas:
  - Ejercer los recursos económicos apoyados con transparencia y de acuerdo al presupuesto planteado.
  - Capacitar en un 100% a los colaboradores del rancho en cuanto a las técnicas de prestación de servicios turísticos.
  - Convocar por segunda vez el programa de turismo de naturaleza en zonas indígenas de la CDI, a fin de obtener recursos para una siguiente etapa del proyecto.
4. Estrategias:
  - Generar redes de colaboración con empresas hoteleras del Municipio de Álamos, a fin de promocionar el Rancho con sus huéspedes y viceversa.
  - Organizar eventos masivos para dar a conocer el rancho, tales como competencias de ciclismo de montaña, retiros espirituales y religiosos, entre otros.

- Diversificar la oferta de productos turísticos de naturaleza, para atraer a segmentos distintos de turistas que busquen vivir experiencias de aventura en ambientes naturales.
5. Presentación de la organización promotora del proyecto:
    - Razón social o nombre del núcleo agrario, organización o grupo de trabajo proponente del proyecto: Los Poriachis Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada de Capital Variable.
    - Fecha de constitución de la organización, núcleo agrario o grupo de trabajo: 21 de Febrero de 2015.
    - Descripción breve de los antecedentes de la integración del grupo, organización o empresa: Este proyecto nace a iniciativa de Don Raúl Limón Guerrero, con el fin de diversificar el aprovechamiento productivo del Rancho Capitahuaza, a través de una estrategia de turismo de naturaleza que genere beneficios económicos, ecológicos y sociales para las comunidades vecinas de San Vicente y Basiroa, en el Municipio de Álamos, Sonora. Esta iniciativa se diseñó con el apoyo de profesores y estudiantes de la Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navjoa, en coordinación con la incubadora de Empresas ITSON. El equipo de trabajo de la sociedad cooperativa está conformada por entusiastas pobladores de las comunidades de San Vicente y Basiroa, que ven al proyecto como una oportunidad de dar a conocer su patrimonio natural e identidad cultural, trayendo consigo beneficios para el desarrollo de sus familias y su comunidad.
  6. Análisis ambiental. El Rancho cuenta con mil hectáreas de ecosistema de selva baja caducifolia, con vegetación de tipo desértica, matorral espinoso Sinaloense, y en los límites del área de protección de flora y fauna Sierra de Álamos-Río Chahujaqui, donde habitan 108 especies que se encuentran dentro de la NOM-059-ECOL2001, distribuidas en las siguientes categorías: 43 amenazadas, 4 raras, 8 en peligro de extinción, 52 con protección especial y 1 probablemente extinta en el Medio Silvestre. 28 de estas 108 especies son endémicas, es decir, que éstas especies solo pueden encontrarse naturalmente en cierto lugar (Chavarría, 2009). Se puede mencionar que está inscrita oficialmente desde el 2006 en la Red Mundial de Reservas de la Biósfera (RMRB), debido a que se considera un modelo de investigación para una mejor relación de las personas con el medio ambiente; además, forma parte del Programa el hombre y la biósfera (MAB) de la UNESCO desde octubre del 2007.
  7. Diseño del producto turístico. Los productos diseñados se enfocaron a aprovechar al máximo las instalaciones, así como la naturaleza y cultura del Rancho a fin de generar experiencias significativas en los visitantes, estos productos consideran aspectos como la temporalidad, la duración, lo que se incluye en el tour, nivel de dificultad física, riesgos, descripción del itinerario, entre otros. Los productos incluyen actividades tales como: cabalgata, ciclismo de montaña, observación de aves, granja interactiva, campismo, fotografía de flora y fauna, taller de medicina tradicional y gastronómicos, por mencionar algunos.
  8. Estructura organizacional. Se constituyó ante las instancias legales correspondientes una razón social denominada Los Poriachis Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada de Capital Variable (S.P.R. de R.L. de C.V.). El Rancho Turístico Capitahuaza tendrá un Gerente que encabece cada una de las actividades operativas y estratégicas, un responsable de mantenimiento, dos cocineras de las comunidades locales, dos guías locales de actividades de aventura y dos guías locales de actividades de ecoturismo y turismo rural, quienes serán los responsables de prestar los servicios de manera directa a los visitantes.
  9. Programa de capacitación. Cada uno de los colaboradores del Rancho deberán asistir a los cursos de capacitación programados para su entrenamiento, entre los cuales se consideran los siguientes: técnicas de interpretación de flora y fauna, guías de turistas locales, seis acciones para salvar una vida, manejo higiénico de los alimentos, calidad en el servicio turístico, técnicas de observación de aves y de ciclismo de montaña.
  10. Presupuesto. El total de inversión que se generará en el Rancho será de \$1'449,024.52 pesos, de los cuales los propietarios aportarán \$717,600.00 por conceptos de bienes inmuebles, equipamiento de hospedaje y alimentación, equipamiento de actividades recreativas y señalética. Así mismo, se solicita a la CDI un total de \$731,424.52 pesos para invertirlos en los conceptos de acondicionamiento de infraestructura, equipamiento de hospedaje y alimentación, equipamiento de actividades recreativas y señalética.
  11. Análisis financiero. En este rubro se realizaron las proyecciones de ventas mensual y de 1 a 5 años, se calculó el costo de producción unitario de 1 a 5 años, así como el flujo de efectivo mensual y de 1 a 5 años. Así mismo, se determinó que el punto de equilibrio se logra vendiendo el 12.22% de las ventas planeadas en el primer año de operaciones, lo cual permite recuperar los costos fijos más la parte del costo variable generada. A su vez se calculó el Periodo de Recuperación de Inversión, siendo este en 2 años de operación.

### Conclusiones

Una de las características de los espacios rurales y especialmente los de montaña es su belleza singular, la tranquilidad en la que se vive, así como la valoración y respeto a la naturaleza y a las personas. Estos atributos son apreciados por los turistas no convencionales (Juárez y Ramírez, 2011). Estos turistas buscan vivir experiencias que los lleve a encontrarse con la naturaleza y las culturales locales, generando satisfacción, descanso y aprendizaje.

La implementación de esta propuesta con la facilitación de recursos a través de CDI, permitirá poner en marcha al Rancho Turístico Capitahuaza, y con ello generar impactos económicos, ecológicos y sociales para beneficio de las comunidades locales de San Vicente y Basiroa. La propuesta contiene todos los aspectos técnicos, económico-financieros y de mercado que demanda el Anexo 5 del programa para mejoramiento de la producción y productividad indígena de CDI, por lo cual se tiene la confianza que es un proyecto viable y factible en todos los aspectos mencionados, y que se comprueba al analizar los resultados; las comunidades así como los propietarios del Rancho tienen altas expectativas de que el proyecto es una oportunidad para mejorar sus condiciones de vida.

### Recomendaciones

Para el seguimiento adecuado de este proyecto, se sugiere que la sociedad constituida por personas, se reúna continuamente para discutir el plan de implementación una vez que se liberen los recursos a través de CDI, para que puedan establecer cuáles serán las primeras inversiones que se harán, así como de definir sus proveedores. Es prioritario además que los colaboradores reciban el programa de capacitación propuesto, a fin de que puedan estar preparados para prestar servicios con la calidad mínima requerida. Es de suma importancia que el equipo de trabajo del Rancho analice y tenga claro el objetivo general, objetivos específicos, metas y estrategias, a fin de que puedan caminar en una misma dirección con el menor número de tropiezos posibles. Por último, se recomienda que una vez que se tengan los recursos para iniciar, el equipo de profesores y estudiantes que participaron en el desarrollo de la propuesta, den un acompañamiento continuo a los colaboradores del Rancho, a fin de que gradualmente puedan operar por su propia cuenta en el corto plazo.

### Referencias

- Dachary, C. A. & Maris, E., (2007). Ciudades turísticas, desarrollo e imaginarios, Careyes y Nuevo Vallarta. Universidad de Guadalajara.
- Diario Oficial de la Federación, (2014). Acuerdo por el que se modifican las Reglas de Operación del Programa para Mejoramiento de la Producción y Productividad Indígena a cargo de la Coordinación General de Fomento al Desarrollo Indígena de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas para el ejercicio fiscal 2015. Decimoprimer sección, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Consultada por internet el 29 de Septiembre de 2016. Dirección de internet: [http://www.cdi.gob.mx/programas/2015/2014\\_12\\_27\\_mat\\_endpi\\_mejoramiento\\_productividad\\_indigena.pdf](http://www.cdi.gob.mx/programas/2015/2014_12_27_mat_endpi_mejoramiento_productividad_indigena.pdf)
- Dirección General de Empresa, (2002). El patrimonio natural y cultural como factor de desarrollo del turismo sostenible en los destinos turísticos no tradicionales. Comisión Europea, Unidad de Turismo, Bruselas.
- Gerritsen, P. & Morales, J., (2009). Experiencias de agricultura sustentable y comercio justo en el estado de Jalisco, en el occidente de México. *Revista Pueblos y Fronteras*, 2009 (junio a noviembre), 7: 187-226 ("Economía solidaria y comercio justo").
- Gutiérrez, M. & Gerritsen, P., (2011). *Turismo rural sustentable, estudio de caso de la costa sur de Jalisco*. Primera Edición. Editorial Plaza y Valdés.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (3ª Ed.) México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Juárez, J.P. & Ramírez, B., (2011). Casas rurales y agroturismo en la sierra nororiente del estado de Puebla, México. Juárez, J.P. & Ramírez, (2011), *Turismo rural en México: complemento o exclusión en el desarrollo territorial rural* (pp. 87-116). México, Editorial: Altres Costa-Amic Editores.
- SECTUR, (2007). Turismo alternativo, una nueva forma de hacer turismo. Fascículo 1: Serie Turismo Alternativo, Ciudad de México. Consultada por internet el 28 de Septiembre de 2016. Dirección de internet: <http://cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium-bin/pdfview.pl?Id=20161005191746&r=7979&t=p>
- SECTUR, (2006). Turismo de naturaleza: retos y oportunidades. Dirección de Desarrollo de Turismo Alternativo, SECTUR, México. Consultada por internet el 28 de Septiembre de 2016. Dirección de internet: <https://manuelmiroglgio.files.wordpress.com/2011/05/el-turismo-de-naturaleza-en-mexico.pdf>

# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA AUTOEVALUAR EL TRABAJO DE TESIS DE GRADO DE LICENCIATURA

Rocío Guadalupe Sosa Peña Dra.<sup>1</sup>, Dra. María Lyssette Mazó Quevedo<sup>2</sup>,  
Dra. Raquel Olivia de los Santos de Dios<sup>3</sup> y Lic. Wiliam Calix Burelo<sup>4</sup>

**Resumen**— Esta ponencia se genera de los resultados obtenidos del estudio con carácter de estado del arte sobre las tesis producidas en la División de Educación Superior de Ciencias Sociales y Administrativas (DESCSA), de la Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH). La finalidad es mejorar la respuesta de los estudiantes hacia la investigación a través de la titulación por tesis. Para lograrlo, se identificaron las partes fundamentales que deben considerarse en las investigaciones sociales, a partir de las cuales se establecieron generalidades de orden metodológico, con el que se construyó una herramienta de análisis para evaluar aquellas tesis. Finalmente, el diseño de esta herramienta metodológica se propone como guía en la construcción del diseño de investigación y autoevaluación de su trabajo de tesis.

**Palabras clave**— Tesis, diseño de investigación, autoevaluación, conocimiento.

## Introducción

Es importante señalar como antecedente de esta investigación, la realización previa de un estudio piloto aplicado a las tesis de la Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública. Permitió valorar la efectividad de los instrumentos de recolección de datos de las tesis, desprendiéndose resultados importantes para continuar el proceso de evaluación sistemática con instrumentos mejorados, sumándose otros.

La aproximación a las tesis producidas en las carreras ofertadas por la DESCSA, se realizó a través de la investigación documental con carácter de estado del arte. El interés fue identificar las dificultades que sus autores enfrentaron en el diseño de la investigación y en el desarrollo y construcción de la tesis, a partir de la sistematización de esos elementos. Uno de los objetivos de este estudio es presentar un diseño de una guía metodológica que muestre el camino a los tesisistas y apoye el trabajo de los directores y revisores de tesis en el desarrollo y construcción del trabajo recepcional.

Se partió de la idea de que la misión y visión de toda universidad, tácita o textualmente comprende el desarrollo de las competencias investigativas de los estudiantes durante el transcurso de su vida escolar. En este sentido, en las cinco licenciaturas que oferta la DESCSA de la UPCH en el sistema escolarizado, integra en su mapa curricular experiencias de aprendizaje relacionadas con el desarrollo de estas competencias, como son: Taller de comunicación oral y escrita, y Métodos y técnicas de investigación. Estas dos asignaturas son impartidas en todas las cinco carreras ofertadas por la DESCSA. Sin embargo, otras materias relacionadas con la investigación son impartidas en otros semestres, variando el nombre y contenido conforme a la carrera de que se trate y son comunes entre algunas carreras. Además de estas asignaturas, se incluyen en la curricula otras específicas, que tienen como propósito fortalecer la investigación en un área formativa específica. Por ejemplo: Teoría de la entrevista, Teorías y técnicas grupales en la Licenciatura en Psicología (LPSIC); Métodos cuantitativos para la toma de decisiones, Investigación de mercado internacional, Formulación y evaluación de proyectos de comercio exterior en la Licenciatura en Comercio y Finanzas Internacionales (LCFINT); Investigación de mercado, Investigación de Operaciones en la Licenciatura en Mercadotecnia (LMERCA); y Desarrollo de Proyectos Ecoturísticos en la Licenciatura en Turismo Alternativo (LTURALT) (véase Cuadro 1).

No obstante lo anterior, se encontró que el número de tesis producidas en las carreras ofertadas por la DESCSA, son escasas (véase Cuadro 2). De ahí la necesidad de coadyuvar con la actividad investigativa que debe prevalecer en las universidades, considerando que es un proceso fundamental a través de la cual se mide la productividad de la Instituciones educativas (Carramolino, 2009).

<sup>1</sup> Rocío Guadalupe Sosa Peña Dra., es Profesora Investigadora, de la Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco. [sopero\\_63@hotmail.com](mailto:sopero_63@hotmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> La Dra. María Lyssette Mazó Quevedo es Profesora Investigadora, de la Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco. [marialyssette@hotmail.com](mailto:marialyssette@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Raquel Olivia de los Santos de Dios es Profesora Investigadora de la Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco. [raquel270876@hotmail.com](mailto:raquel270876@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Lic. Wiliam Calix Burelo es ayudante de investigador de la Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco. [willicalexbu@hotmail.com](mailto:willicalexbu@hotmail.com)

PROGRAMAS EDUCATIVOS DE LA DESCOSA DE LA UPCH					
Asignaturas para la investigación	LCPAP	LPSIC	LCFINT	LMERCA	LTURALT
Taller de comunicación Oral y escrita					
Métodos y técnicas de investigación					
Estadística					
Estadística descriptiva					
Estadística aplicada					
Experiencia de trabajo recepcional I					
Experiencia de trabajo recepcional II					
Métodos de Investigación Psicológica					
Seminario de Titulación					
Seminario de tesis I					
Seminario de Tesis II					
Proyectos de inversión					
Desarrollo de emprendedores					

Cuadro 1. Asignaturas para el desarrollo de las competencias investigativas en los PE de la DESCOSA de la UPCH.

### Descripción del Método

#### Definición del tipo de estudio

Se trató de una investigación documental, tipo descriptivo. El objeto fue recoger información sobre los elementos que diferentes autores consideran debe reunir toda investigación científica en el área de las ciencias sociales. Así mismo se revisaron guías sobre la elaboración de tesis.

El diseño de investigación es de carácter mixto (cuantitativo y cualitativo) donde se aplicaron herramientas técnicas, instrumentos, procedimientos y estrategias del orden estadístico, lógico, documental, teórico e histórico que permitieron identificar los elementos básicos que debe contener todo trabajo de tesis de licenciatura.

El método utilizado es el inductivo, en tanto que se parte de los aspectos que le son propios a cada una de las tesis analizadas. El enfoque epistemológico aplicado para la interpretación de los resultados es el sistémico con un modelo epistémico de naturaleza holística, dada las condiciones integrales en las que fue percibido e interpretado el objeto de estudio. Se consideraron las implicaciones en el orden institucional, metodológico y administrativo.

#### Población y Muestra

La muestra quedó integrada por la totalidad de los trabajos recepcionales en la modalidad de tesis encontradas en la biblioteca de la UPCH, presentadas y aprobadas por los egresados entre 1998 y 2015, en los cinco Programas Educativos (PE) de la DESCOSA. A la fecha existen un total de setenta y tres tesis producidas: la Licenciatura en Psicología ha producido treinta y una tesis; la Licenciatura en Ciencia Política y Administración Pública, veintiuna tesis; la Licenciatura en Comercio y Finanzas Internacionales, once; y las licenciaturas en Mercadotecnia y de Turismo Alternativo produjeron cinco tesis cada una. Lo que confirma un déficit que debe ser superado mediante la difusión y motivación hacia la investigación (véase Cuadro 2).

PE	LCPAP	LPSIC	LCFINT	LMERCA	LTURALT	TOTAL
Núm. Tesis	21	31	11	5	5	73

Cuadro 2. Número de Tesis producidas por PE de la DESCOSA de la UPCH

#### Procesamiento y Análisis de Datos

Se llevó a cabo en dos etapas: la heurística y hermenéutica.

### *1ra. Etapa: Heurística*

Se diseñó una ficha técnica para la sistematización de la información. Esto permitió la identificación del trabajo de grado por autor, incluyó datos generales del trabajo, y un resumen de los elementos estructurales, formales y metodológicos, del diseño de la investigación y observaciones.

Se elaboró un instrumento para identificar los trabajos recepcionales de tesis: por área de estudio; presentación formal en la que se incluyó el cumplimiento de la misión de la carrera; por tipo y naturaleza de investigación; por líneas y sublíneas; y por su diseño metodológico y epistemológico.

Para analizar el diseño de la investigación, el instrumento elaborado permitió identificar: el problema a investigar; los objetivos; la delimitación del tema; la justificación del tema; los tipos de marcos de referencia utilizados; el sistema de hipótesis, indicadores y variables; los datos metodológicos básicos como la población y muestra, el sistema y tipo de muestreo; técnicas e instrumentos de recolección de información utilizada en las tesis; técnicas e instrumentos de análisis; y el tipo de estudio de que se trata.

Para profundizar los alcances del estado del arte, más allá del análisis documental de las tesis, se aplicarán cuestionarios mediante un muestreo intencional no probabilístico sobre el 20 % de los profesores que han participado como directores y revisores de tesis, así como al 10 % de los tesisas, en cada una de las licenciaturas de la DESCESA de la UPCH, con el objetivo de conocer el tipo de comunicación entre ellos respecto a la orientación sobre el proceso metodológico, desde la construcción del diseño investigativo hasta la presentación formal de la tesis.

Se aplicaron además, cuestionarios a estudiantes por cada una de las licenciaturas de la DESCESA de la UPCH mediante muestreo intencional no probabilístico. El objeto fue determinar la facilidad o dificultad que representa para ellos la realización del diseño del proyecto de investigación, o bien, las razones por las cuales elegirían o dejen de elegir la tesis como opción de titulación.

Así mismo, se realizaron entrevistas dirigidas a las autoridades de la UPCH para revelar las políticas o lineamientos existentes en el proceso de nombramiento de directores y revisores de tesis, así como la existencia de una guía o normatividad que permita unidad de criterios entre directores, revisores y tesisas de la que resulte la identidad en la forma y contenido de los trabajos de tesis.

### *2da. Etapa: Hermenéutica o de análisis*

Esta etapa permitió sistematizar e interpretar los resultados obtenidos en la primera etapa, y estimar conclusiones pertinentes para generar acciones tendientes a fomentar la generación del conocimiento a través de la realización de tesis. Para ello, se conformaron mesas de trabajo integrados por profesores y tesisas de acuerdo a cada una de las licenciaturas de la DESCESA de la UPCH donde se debatieron y analizaron los resultados.

## **Comentarios Finales**

### *Resumen de resultados*

A partir de las clasificaciones propuestas por diferentes autores, sobre los elementos que debe contener un trabajo de investigación, específicamente tesis de grado de licenciatura, se pudieron definir tres tipos: elementos estructurales, formales internos, y metodológicos.

*Elementos estructurales.* Son aquellos requisitos establecidos por la institución universitaria del egresado. Generalmente se encuentran establecidos en el Reglamento de Titulación. Por ejemplo en el Reglamento de Titulación de la UPCH, en su capítulo II, establece como una de las modalidades de titulación en el concepto de trabajo recepcional: la tesis. Se trata de “un trabajo de investigación en el cual el aspirante al título de licenciatura (el pasante) desarrolla la exploración sobre algún tema, teoría o conocimiento congruente con su disciplina. El objetivo es la comprobación de un planteamiento o la solución a un problema, a través de la investigación metódica y exhaustiva, a la que se le añade la reflexión sobre el tópico específico de la disciplina” (UPCH, p.3).

Seguidamente, el apartado enumera los elementos que deben ser considerados para la estructura formal de la tesis. Puntualmente señala los requisitos que debe llevar la portada, primera y segunda página de la tesis, considera opcional la hoja de dedicatoria y la de agradecimiento. Seguidamente debe colocarse el índice y el resumen de la tesis. En cuanto al resumen, se omite indicar el número de palabras máximas.

A partir del punto 7, señala los aspectos que debe integrar el trabajo de investigación. Inicia con la Introducción como título, y señala como subtítulos: la justificación, el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos y, metas. Se trata del diseño de la investigación. El punto 8, refiere el título de Revisión de literatura, sin hacer ninguna sugerencia en cuanto a subtítulos; el punto 9 refiere el título de Metodología, y como el anterior omite sugerencias de subtítulos; el punto 10 considera el título de Resultados y discusión. El punto 11 se encuentra bajo el título de Conclusiones, donde sugiere dos subtítulos: el de alcances, y el de recomendaciones. Consecutivamente los puntos 12, 13 y 14 refieren los títulos de Apéndice, Glosario de términos (opcional) y Referencias. En este trabajo se

realizan modificaciones para mantener la misma estructura propuesta por el APA para la presentación de las tesis a fin de buscar mayor uniformidad de criterio (véase Cuadro 3).

<b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES O DE PRESENTACIÓN DE UNA TESIS</b>	
1. Portada y primera página <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escudo oficial de la Universidad</li> <li>• Nombre de la Institución</li> <li>• Nombre de la División Académica</li> <li>• Título de la tesis</li> <li>• Frase Tesis que presenta (O presentan, en caso de ser más de un autor)</li> <li>• Nombre del autor o los autores</li> <li>• Frase para obtener el título de</li> <li>• Grado al que se aspira y especialidad</li> <li>• Lugar y fecha</li> </ul> 2. Segunda página <ul style="list-style-type: none"> <li>• Título de la tesis</li> <li>• Nombre y firma del asesor de la tesis</li> <li>• Nombre y firma de los consejeros</li> </ul> 3. Dedicatoria (opcional) 4. Agradecimientos (opcional) 5. Índice 6. Resumen	7. Introducción <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Planteamiento del problema</li> <li>7.2 Justificación</li> <li>7.3 Hipótesis</li> <li>7.4 Objetivos</li> </ul> 8. Revisión de literatura 9. Metodología 10. Resultados y discusión 11. Conclusiones <ul style="list-style-type: none"> <li>11.1 Alcance</li> <li>11.2 Recomendaciones</li> </ul> 12. Apéndices(opcional) 13. Glosario de términos (opcional) 14. Referencias

Cuadro 3. Elementos estructurales de la tesis o de presentación

*Elementos formales internos* Son los elementos que describen las formalidades a las que debe sujetarse la redacción del contenido de la tesis. Se refieren a las reglas técnicas o normas internacionales como: Vancouver, ICONTEC, o las de American Psychological Association, más aceptadas en nuestro medio académico y de investigación, conocidas como APA (véase Cuadro 4).

<b>ELEMENTOS FORMALES INTERNOS</b>	
En este caso debe cumplir con los requisitos de redacción sugeridos por la APA. Se refiere a la forma de citar textualmente o las paráfrasis, así como la forma de indicar la referencia en el texto. (Se sugiere tener siempre a la mano este reglamento).	
Área de estudio: _____  Presentación formal      Sí _____ No _____ Normas APA                      Sí _____ No _____ Otro tipo de normas          Sí _____ No _____	Cumple la misión de la carrera: Sí _____ No _____

Cuadro 4. Elementos formales internos a partir de las observaciones para la redacción de tesis y referencias APA.

*Elementos metodológicos y del diseño de la investigación.* Ciertamente son los elementos que determinan y validan el grado científico de una investigación. Es en donde se requiere el apoyo del director o directora de tesis. (Véase Cuadro 5).



De acuerdo a la estructura propuesta por la UPCH para la presentación de tesis, los elementos del diseño de la investigación quedaron comprendidos dentro del punto 7 de la Introducción, y la metodología debe redactarse en un punto aparte, después de la Revisión de la literatura. De ahí que estos elementos se han denominado *metodológicos y del diseño de investigación*.

#### *Conclusiones*

Se realizó una búsqueda minuciosa en fuentes documentales sobre metodología de la investigación y guías para la realización de tesis bajo el carácter de estado del arte. De la información obtenida se determinó que para evaluar los trabajos de tesis de las licenciaturas ofertadas por la DESCESA de la UPCH, era necesario construir un instrumento que contemplara los elementos de estructura o presentación de la tesis, de los elementos formales internos, y de los elementos metodológicos que incluye el diseño de la investigación, para determinar el cumplimiento de cada uno de ellos.

Al examinar las tesis bajo este instrumento, en relación al cumplimiento de esos elementos, se constató que en relación a los elementos estructurales, las tesis valoradas en el estudio, presentaron diversas estructuras, sobre todo, las más antiguas. A partir de las tesis presentadas en el 2003, se observó una estructura mayormente uniforme. Se refleja confusión en el punto 8, sobre la revisión de la literatura, pues la mayoría de las tesis tiende a establecer sus propios títulos y subtítulos. La minoría de ellas, bajo el título de Revisión de literatura indicó subtítulos. En este sentido hay que aclarar a los tesisistas, que este punto muestra que se debe dar inicio a la revisión literaria, pero que, los títulos y subtítulos deben ser congruentes con los objetivos específicos planteados. Algunos trabajos suelen sustituir el título de Revisión de literatura por Marco teórico, por lo que resulta de interés ampliar la información respecto al empleo de los marcos de referencia en los trabajos de tesis.

En los elementos formales internos, la mayoría de los trabajos siguieron otro tipo de normas distintas al APA, generalmente se trata de la vieja práctica de referir citas y paráfrasis, así como la forma de presentar las referencias bibliográficas. Anteriormente se ponían las notas al pie de página y se realizaba una lista de libros bajo el título de Bibliografía. No es que sea erróneo, sino que la institución universitaria debe definir un estilo homogéneo para la redacción de tesis y presentación de referencias.

Donde los tesisistas tuvieron muchos errores fue en la metodología y diseño de la investigación. Si el diseño de la investigación realizada en el proyecto se encuentra mal planteado, los resultados de la investigación serán difusos, vagos o imprecisos, lo que pone en evidencia la cientificidad del estudio.

Se comprobó que esta herramienta es idónea para evaluar las tesis de licenciatura y también puede utilizarse, tanto por el propio tesisista como por su director o asesor para evaluar el trabajo de tesis, en el transcurso de su elaboración, y no solo al concluirse (véanse los cuadros 3, 4 y 5)

#### *Recomendaciones*

Por las cortas páginas que se tienen para la presentación del artículo, se omitió la descripción de cada uno de los conceptos comprendidos en esta herramienta metodológica propuesta. Faltaron los comentarios respecto a la hipótesis en las investigaciones sociales, y el uso de los marcos de referencia, así como otros señalamientos de importancia. Se sugiere a los interesados realizar lecturas sobre el particular. Lo que aquí se presenta será parte de un libro elaborado por el Cuerpo Académico: Gobernanza, Educación y Turismo, de la UPCH.

### **Referencias**

Carramolino, B. (2009) La revisión del estado del arte. En: *Metodología de la investigación*. 1-4. Valladolid.

Universidad Popular de la Chontalpa. UPCH. *Reglamento de Titulación*. (en línea), Consultada el 14 de Marzo de 2016, en: <http://www.upch.edu.mx/upch2015/wp-content/uploads/2014/09/REGLAMENTO-DE-TITULACION-2016.pdf>

### **Notas Biográficas**

La **Dra. Rocío Guadalupe Sosa Peña** es profesora investigadora de la Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco, México. Realizó estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias Filosóficas en la Facultad de Filosofía e Historia de la Universidad de la Habana, Cuba. Ha publicado artículos científicos en revistas arbitradas, y participado en eventos científicos nacionales e internacionales.

La **Dra. María Lysette Mazó Quevedo** es profesora investigadora de la Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco, México. Realizó estudios de posgrado en Turismo y recientemente defendió su tesis doctoral sobre el tema de turismo gerontológico en la Universidad de Nebrija, España. Ha escrito artículos en revistas científicas y de difusión, y presentado ponencias en congresos nacionales e internacionales.

La **Dra. Raquel Olivia de los Santos de Dios** es Profesora Investigadora de la Universidad Popular de la Chontalpa, en Cárdenas, Tabasco, México es Doctora en Psicoterapia Humanista en el Colegio Humanista de México. Ha escrito artículos en revistas científicas y presentado ponencias en congresos nacionales e Internacionales

El **Lic. William Calix Burelo**, es auxiliar de investigación del Cuerpo Académico: Gobernanza, Educación y Turismo, de la Universidad Popular de la Chontalpa, en Cárdenas, Tabasco, México, y egresado de la Licenciatura en Ciencia Política y Administración Pública de la misma Universidad.

# DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICINAS

M.A. y L. Juan Guillermo Sotelo Flores<sup>1</sup>, Ing. Jesús Arturo Hernández Soberon<sup>2</sup>,  
M.P. José Alfredo Martínez Mercado<sup>3</sup>, Ing. José Santiago Martínez Soto<sup>4</sup>, M.C. Rosendo de Luna Álvarez<sup>5</sup>.

**Resumen**— Gran parte de los derechohabientes, que sufren de trastornos metabólicos, acuden diariamente a las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social y a organismos particulares, con el fin de obtener una dosis que necesitan para poder continuar con su tratamiento. De aquí surge la idea de crear un dispensador de medicinas automatizado, que funcione con la huella digital como identificación y que sea capaz de surtir, en cantidad exacta, las proporciones de fármacos, que los afectados requieran en los periodos dictados por un médico. Al momento en que un solicitante necesite una nueva prescripción acudirá al prototipo, pondrá su dedo en el lector, este detectará la solicitud, le facilitará su dotación y lo anexará a su expediente.

**Palabras clave**—Dosis, prescripción, automatizado, trastorno metabólico, dispensador, UTNC.

## Introducción

Actualmente una de las principales motivaciones en nuestra Universidad es buscar soluciones a problemáticas que afecten a nuestra comunidad estudiantil y al desarrollo intelectual y tecnológico de los alumnos, además se considera de vital importancia la demanda de la disponibilidad de medicamentos, en la unidad local se realizaron encuestas en 15 consultorios y el tiempo promedio que transcurre a partir de que se requiere la cita médica es de 3 semanas y el 40% de las personas que acuden son pacientes que requieren una receta médica para el surtimiento de su medicamento, el cual se les suministra mensualmente ya que las enfermedades que se tratan son crónicas, el porcentaje que se obtuvo fue de un 68.7% que tuvieron dificultades con esta deficiencia, que da como resultado ser un valor considerable para buscar una solución viable.

Se diseñó un prototipo que sea capaz de dispensar medicamentos por medio de la identificación de la huella digital del usuario que es almacenada en una base de datos, junto con su historial médico, en donde está indicada la dosis que el derechohabiente solicita, de esta manera el usuario que requiera medicación no necesita acudir a las instalaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social (Social, 2016), simplemente acude al dispensador, el lector identifica la dosis, y la presenta en un *display* (Boylestad, 1998), a continuación un mecanismo se encarga de dispensar las cajas de medicación a través de un conducto, posteriormente indica la fecha en que la próxima dosis será surtida, que por medida de seguridad solo será cuando el médico lo indique.

## Descripción del Método

### *Etapa de detección*

La primera fase de nuestro prototipo (Figura 1), es detectar la huella dactilar en nuestro sensor biométrico de huella digital 071405 (por funcional y amigable al programar) a la derecha del prototipo.

<sup>1</sup> Docente, Mecatrónica Área Sistemas de Manufactura Flexible, Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, [memo241@live.com.mx](mailto:memo241@live.com.mx).

<sup>2</sup> Docente, Mecatrónica Área Sistemas de Manufactura Flexible, Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, [jasoberon@gmail.com](mailto:jasoberon@gmail.com).

<sup>3</sup> Docente, Procesos Industriales Área Manufactura, Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, [jmartinez@utnc.edu.mx](mailto:jmartinez@utnc.edu.mx).

<sup>4</sup> Docente, Mecatrónica Área Sistemas de Manufactura Flexible, Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, [smartinez@utnc.edu.mx](mailto:smartinez@utnc.edu.mx).

<sup>5</sup> Docente, Mecatrónica Área Instalaciones Eléctricas Eficientes, Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, [rosendo.deluna@cecytec.edu.mx](mailto:rosendo.deluna@cecytec.edu.mx).



Figura 1.- Diseño preliminar del dispensador.

Si es la primera vez que el usuario se va a registrar, se procede a almacenar su huella digital en la base de datos, en donde se indicará la dosis recomendada y el tiempo en que se debe de recetar, en caso de ser un usuario registrado después de que el sistema lo identifica, el mecanismo se encarga de liberar el medicamento correspondiente. A continuación se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento del prototipo (Diagrama 1).

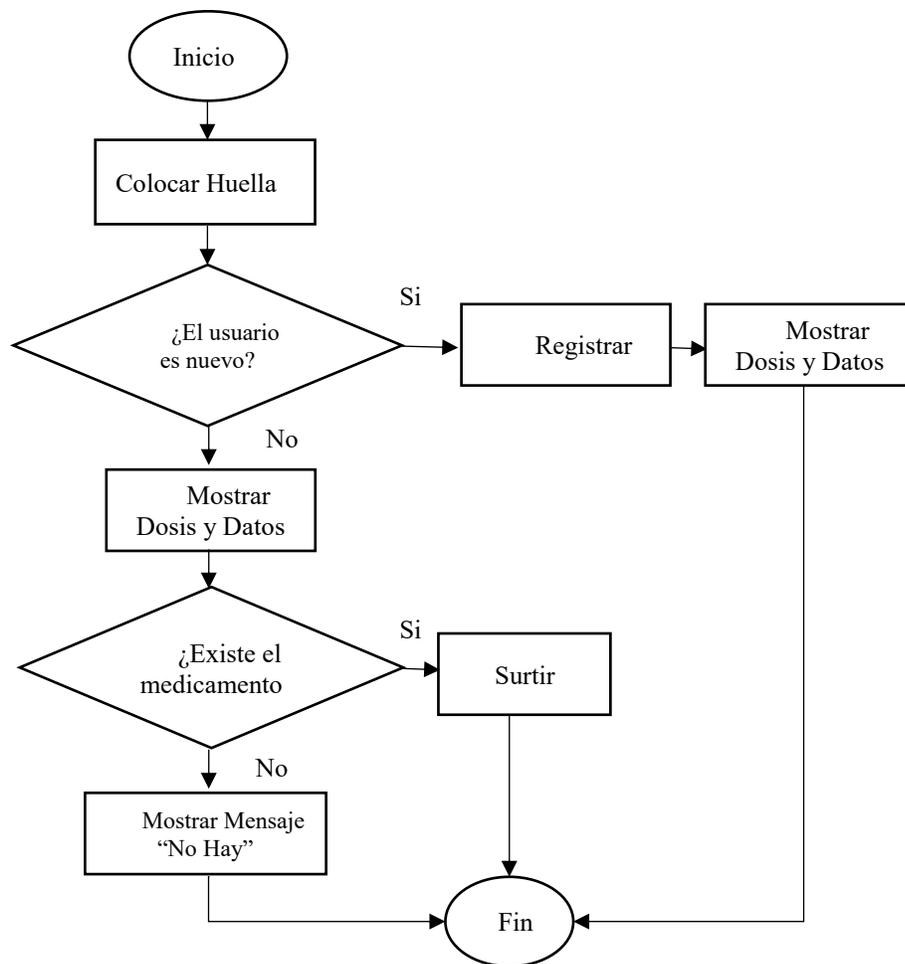


Diagrama 2.- Diseño preliminar del dispensador.

### *Etapa de Control*

El sistema de control está basado en una placa Arduino Uno (Figura 2), que se encarga de identificar al usuario por medio de un sensor de huella digital (Figura 3); el mecanismo es manipulado por cuatro servomotores que se encargan de mover unos topes en el interior del conducto de 0 a 90 grados que abren y cierran respectivamente, permitiendo que un mecanismo de palanca (Cardona Foix, 2001), empuje la caja hacia la bandeja de una a la vez. Posterior a la entrega la base de datos se actualiza y muestra un mensaje en la pantalla de “operación realizada con éxito”.

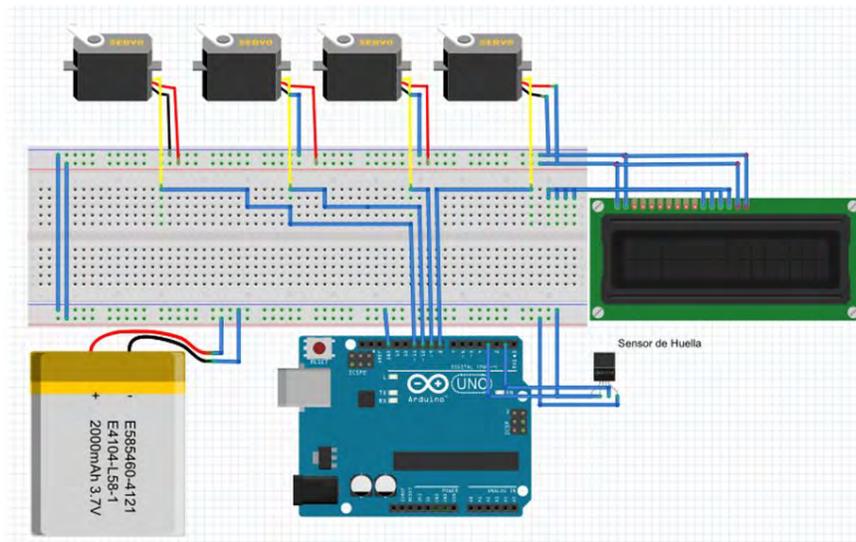


Figura 2.- Circuito para control de arranque.

El dispositivo tiene la capacidad de almacenar hasta 162 huellas dactilares en su memoria FLASH interna. El LED del dispositivo se ilumina cada que se encuentra tomando imágenes en busca de huellas digitales. Para poder utilizar el dispositivo es necesario guardar las huellas en la base de datos del mismo. Estas huellas se les asigna un ID. Posteriormente se puede iniciar la secuencia de lectura y comparación para verificar las huellas de los usuarios y así poder discernir y ejecutar acciones en base al resultado.



Figura 3.- Sensor biométrico de huella digital.

Cuando finaliza el mensaje, por seguridad la base de datos es actualizada y no surtirá medicamento al derechohabiente hasta que se cumpla la fecha prevista dentro de la receta, mostrando el tiempo en un *display* (Figura 4).

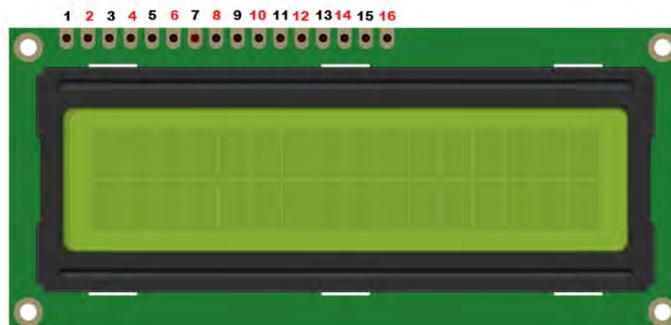


Figura 4.- Display LCD 16x2

### Comentarios Finales

Un 68.7 % de los derechohabientes que fueron encuestados estuvieron de acuerdo que en algún momento, su vida ajetreada les impide acudir al Instituto Mexicano del Seguro Social a surtir medicamento, por motivos de trabajo u otras ocupaciones, indicando que la principal causa de no acudir es por concepto de: evitar largos periodo de espera, comprar el medicamento en farmacias particulares, no contar con transporte, al 71 %, de la muestra inicial, les gustaría contar con un dispositivo que resuelva esta problemática, lo que nos permite deducir podría satisfacer una necesidad.

El prototipo fue diseñado solamente para derechohabientes que sufran de algún trastorno metabólico. El sistema de control se probó utilizando varias dimensiones de las cajas contenedoras del medicamento obteniendo como resultado final la misma calidad de eficiencia y desempeño. Se trabaja en la posibilidad de colocar un dispensador en centros de conveniencia cercanos a las localidades con mayor población en la región.

Las pruebas se realizaron con Arduino, por ser fácil de conseguir y fácil de programar, se está investigando en las posibilidades de crear máquinas dispensadoras de tamaño real.

Los medicamentos considerados pertenecen al cuadro básico para los pacientes de mayor demanda proporcionados por las instituciones médicas.

Cabe mencionar que es importante considerar los procedimientos de las Instituciones médicas para la correcta implementación del proyecto.

Para darle seguimiento a la investigación se pretende adaptar el circuito para poder tener la misma funcionalidad y rendimiento en máquinas dispensadores reales adaptadas a nuestro prototipo.

## Referencias

- Boylestad, Robert L. 1998.** *Análisis introductorio de circuitos*. Mexico : PRENTICE-HALL HISPANOAMERICA, S.A, 1998. ISBN 970-17-0184-4.
- Cardona Foix, Salvador. 2001.** *Teoría de Maquinas*. Barcelona, España : UPS, 2001.
- 2016.** Instructables. [En línea] Autodesk, inc., 2016. [Citado el: 02 de 07 de 2016.] <http://www.instructables.com/id/Lector-De-Huella-Digital-Arduino/>.
- Social, Instituto Mexicano del Seguro. 2016.** Sitio Web del IMSS. [En línea] Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016. [Citado el: 12 de 07 de 2016.] </sites/all/statics/pdf/cuadros-basicos/CBM.pdf>.
- Tojeiro, German. 2014.** *Taller de Arduino un enfoque práctico para principiantes*. Baelona, España : Alfaomega, 2014.

# Determinación de Tiempo Estándar en una Empresa Procesadora de Carne de Cerdo

Felipe de Jesús Soto Armenta<sup>1</sup>, Ing. Luis Carlos Montiel Rodríguez<sup>2</sup>

**Resumen**---Este proyecto tiene como objetivo el aplicar la metodología de estudio de tiempo en una empresa procesadora de carne de cerdo con el fin de terminar el tiempo estándar en uno de sus procesos, los cuales se encuentran limitados a los productos elaborados en la máquina Cutter en el área de molienda, con los resultados obtenidos de este proyecto se espera realizar un sistema de incentivos por productibilidad. La técnica que se empleará será un Estudio de Tiempos con Cronómetro la cual se apega más a los objetivos del proyecto, para la implementación de esta técnica son necesarios los siguientes materiales; Cronometro, Formatos de Muestras y actividades, y el Software Microsoft Excel 2013 para realización de los cálculos. Se espera con la realización de este proyecto que la empresa siga con el estudio de tiempos en sus demás procesos y que constantemente se estén realizando actualizaciones y monitoreo a los tiempos obtenidos con el estudio.

## Introducción

En el pasado los analistas se apoyaban más en las estimaciones como un medio para establecer estándar pero con el tiempo sea demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos solo con ver el trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo (Coronado, 2003). El tiempo estándar es el tiempo en que se lleva a cabo una operación, actividad o proceso desarrollados, por un trabajador, maquina u otro según una norma o método establecido (UNAM, 2001). La preocupación por mejorar la productividad ha sido siempre una motivación primordial para las empresas por lo que se basan en este tipo de herramientas con la cual se podrá tener un mejor control de los procesos efectuados en la organización.

## Descripción del problema

La empresa cuenta con una máquina Cutter en el área de molienda en la cual se producen distintos tipos de adobo, para cada variedad de producto como lo son el Adobo para la carne, Cochinita y Chilorio. En este proyecto solo nos enfocaremos a un adobo en específico: “el adobo para carne”

## Descripción del Método

El estudio de tiempos es un procedimiento separado y en cierta forma especializado, debido a la importancia que tiene el estándar de tiempo para la manufactura. Es técnica para lograr cambios, eliminar desperdicios de mano de obra, máquinas, materiales, instalaciones y dinero.

### Nº de Muestras a Tomar Carne Adobada 500 Gr

	Nº de Muestras a Tomar
Preparación	13
Traslado por adobo	9
Pesar el adobo	18
Traslado a cuarto de limpieza	8
Verter adobo	10
Verter ingredientes	17
Cutereo	13
Descarga	6

<sup>1</sup> Felipe de Jesús Soto Armenta, estudiante de Ingeniería Industrial y de Sistemas en el Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora, México. Felipesonit@gmail.com (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ing. Luis Carlos Montiel Rodríguez, profesor de Ingeniería Industrial y de Sistemas en el Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora, México.

<b>Lavado de espátula</b>	16
<b>Traslado a crudos</b>	15

Tabla 1. Muestra del adobo 500gr

1.-Para determinar el Tamaño de la Muestra se decidió utilizar El Método Estadístico con un nivel de confianza del 95%, para aplicar este método se deben tomar un determinado número de muestras preliminares, el número de muestras necesarias para cumplir con el 95% de confiabilidad se encuentran por debajo de las muestras realizadas dando por hecho que el proceso cuenta con muy pocas variaciones. Tabla 1.

<b>Tiempo Base Carne Adobada 500 Gr</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Tiempo Base</b>
<b>Preparación</b>	2.10
<b>Traslado por adobo</b>	2.65
<b>Pesar el adobo</b>	2.53
<b>Traslado a cuarto de limpieza</b>	3.01
<b>Verter adobo</b>	0.78
<b>Verter ingredientes</b>	0.91
<b>Cutereo</b>	1.98
<b>Descarga</b>	5.31
<b>Lavado de espátula</b>	0.62
<b>Traslado a crudos</b>	0.39

Tabla 2. Tiempo base de la carne adobada

2.-Determinación de Tiempo Base. El tiempo Base es el tiempo mínimo requerido para realizar una actividad y se calcula con la suma de la muestra dividida entre el número de muestras realizadas. En la Tabla 2 se muestra el tiempo base de la carne adobada.

<b>Calificación de la Actuación</b>				
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Rango</b>	<b>%</b>	<b>Justificación</b>
<b>Habilidad</b>	C1	Bueno	+0.06	El operador sigue el método de preparación.
<b>Esfuerzo</b>	D	Promedio	+0.00	El operador muestra poco interés por terminar a tiempo el trabajo.
<b>Condiciones</b>	D	Promedio	+0.00	Las condiciones de trabajo no pueden ser modificadas por la naturaleza de la materia prima.

<b>Consistencia</b>	C	Buena	+0.01	Los resultados muestran cierto grado de repetitividad.
			Total :	+0.07

Tabla3

3.-Una vez que se encuentra dividida la actividad en operaciones y se cuenta con el número de observaciones necesarias se procesa a calcular el tiempo base o valorado, para esto es necesario contar con la Calificación de la Actuación (Valoración) y el Tiempo Promedio de cada operación. Tabla 3. En este caso el factor de la actuación para estos procesos será:

$$FA = 1 + 0.07 = 1.07$$

<b>Tiempo Normal Carne Adobada 500 Gr</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Tiempo Normal</b>
<b>Preparación</b>	2.24
<b>Traslado por adobo</b>	2.84
<b>Pesar el adobo</b>	2.71
<b>Traslado a cuarto de limpieza</b>	3.22
<b>Verter adobo</b>	0.84
<b>Verter ingredientes</b>	0.97
<b>Cutereo</b>	2.12
<b>Descarga</b>	5.68
<b>Lavado de espátula</b>	0.67
<b>Traslado a crudos</b>	0.42

Tabla 4

4.-El tiempo normal es el tiempo promedio que un operador tarda en realizar una actividad, sin demostrar síntomas de fatiga con el transcurso del día. Este se calcula multiplicando el Tiempo Base por la Calificación de la Actuación. Tabla 4.

#### Calculo de la tolerancia

<b>Factor</b>	<b>Tipo</b>	<b>Concesión</b>	<b>Clase</b>
<b>Esfuerzo Mental</b>	Poco	+0.6%	A
<b>Esfuerzo Físico</b>	Muy Poco	+1.3%	A
<b>Monotonía</b>	Más de 16.00	+0.1%	N/A
		Total	+2.0%

Tabla 5

5.-Cálculo de Tolerancia. El método utilizado para realizar el cálculo de las tolerancias por fatiga es Valoración Objetiva con Estándares de Fatiga, en la Tabla 5 se pueden observar los factores, la clase y la concesión que se la aplica, el resultado obtenido se utilizara para el proceso bajo estudio.

Carne Adobada 500 Gr	
Actividades	Tiempo Estándar Min.
Preparación	2.29
Traslado por adobo	2.89
Pesar el adobo	2.77
Traslado a cuarto de limpieza	3.29
Verter adobo	0.85
Verter ingredientes	0.99
Cutereo	2.16
Descarga	5.79
Lavado de espátula	0.68
Traslado a crudos	0.42
Total	22.14 Min.

Tabla 6

6.-Cálculo del Tiempo Estándar. Para obtener el tiempo estándar se multiplica el tiempo base por la tolerancia. Tabla 6.

#### Conclusiones.

Al realizar este proyecto se puede notar lo importante que es conocer el tiempo estándar para las empresas ya que es una base para estimar la producción que se realizará diariamente o el tiempo que se necesitara para producir cierta cantidad de lotes, o conocer la productividad de los operadores. Con los resultados arrojados la empresa podrá determinar su capacidad de producción y poder tomar decisiones acerca si se puede cumplir con una demanda de algún cliente o si el proceso se encuentra desbalanceado será más fácil detectar si la actividad presenta irregularidades. Con el estudio realizado la empresa podrá realizar un sistema justo de bonos de productividad para los empleados, además es de vital importancia para la creación de un sistema de Planeación de Requerimientos de los Materiales (MRP).

El resultado obtenido fue aceptado por la empresa ya que se encontraban dentro de los límites de las muestras obtenidas, por tales motivos se consideró como confiables.

#### Recomendaciones

Con base a las observaciones realizadas durante el estudio y las actividades necesarias para mantener actualizado el tiempo estándar, se le recomiendan las siguientes actividades:

- Realizar el estudio constantemente para mantenerlo actualizado y cada vez que se realice modificaciones al método.
- Dar seguimiento a los tiempos establecidos, para verificar que los procesos cumplan con los tiempos.

### *Bibliografía*

Actual, M. (2014). Estudio de Tiempos y Movimientos la Medición de la Productividad. Metal Actual,  
101.

Coronado, J. R. (2003). Determinación del Tiempo Estándar para la Actualización de las ayudas visuales en una línea de Producción de un  
empresa de Manufactura. Navojoa: ITSON.

# El Principio de la Estandarización de la Manufactura Esbelta en un Sistema de Suministro de Combustible

Ing. Tania Jocelyn Soto Caldera<sup>1</sup>, M.C. Francisco Zorrilla Briones<sup>2</sup>,  
Ing. José Alonso Dúran Díaz<sup>3</sup>

**Resumen**—El presente trabajo se realizó en una empresa de giro automotriz en Cd. Juárez Chihuahua, empresa que tiene impacto a nivel mundial y que produce diferentes productos. Esta propuesta de investigación estudia uno de los componentes de estos productos, el brazo metálico de un módulo de gasolina, el cual tiene como principal función medir el nivel de gasolina en un tanque de combustible. El problema identificado radica en la variedad de diseños que existen para el brazo metálico, ya que cada vez que se produce un modelo diferente se invierten recursos para ello, se buscará la implementación de la estandarización desde las etapas tempranas de diseño para la optimización de recursos.

**Palabras clave**—Diseño de Producto, Estandarización, Innovación, Mejora Continua

## Introducción

Se identificó el problema u objeto de estudio en una empresa maquiladora, específicamente en una empresa de giro automotriz. El módulo de gasolina es uno de los productos que es producido en dicha empresa y que tiene diversas aplicaciones que van desde automóviles de uso común, como camionetas, autos sedan, motocicletas, hasta carros de golf, podadoras de césped y plantas de generación eléctrica, de aquí que siempre se cuenta con diferentes requerimientos para diseñar estos productos.

Una función principal del módulo de gasolina es la lectura del nivel de combustible en el tanque mediante un sensor de nivel. Dentro del sensor de nivel, un flotador es ensamblado en un brazo metálico con forma específica y a medida que el flujo de combustible cambia en el interior del tanque, la posición del flotador cambia y se envía la lectura del valor resistivo por medio de un arnés eléctrico.

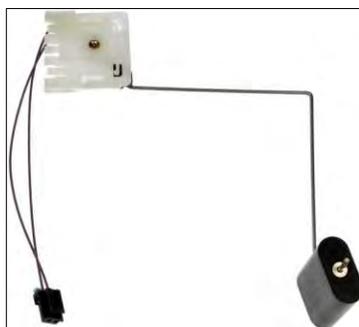


Figura 1. Sensor de Nivel

Anteriormente se describió que el sensor de nivel es un subsistema del módulo de gasolina; el brazo de alambre que forma parte de este subsistema (ver Figura 1) es un ejemplo de los componentes que tienden a ser muy parecidos entre ellos, pero con algunas diferencias mínimas, por lo que generalmente se diseña un brazo diferente para cada módulo de gasolina, lo que nos lleva a la generación de miles de números de parte diferentes para un solo componente.

<sup>1</sup> Ing. Tania Jocelyn Soto Caldera, es estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa.  
[tania.j.soto.c@gmail.com](mailto:tania.j.soto.c@gmail.com)

<sup>2</sup> Ing. Francisco Zorrilla Briones, M.C. es profesor investigador de la división de estudios de posgrado del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. [fzorrilla@itcj.edu.mx](mailto:fzorrilla@itcj.edu.mx)

<sup>3</sup> Ing. José Alonso Dúran Díaz, es estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa.  
[alonso.d.d3@gmail.com](mailto:alonso.d.d3@gmail.com)

Al haber tanta variedad de brazos (tanta como cantidad de módulos), se identifica el problema como un proceso complicado e ineficiente para el desarrollo de estos componentes (diferentes brazos). Los gastos que se producen van desde el tiempo de diseño, el tiempo invertido en la preparación de la máquina dobladora cada vez que se cambie el modelo del brazo, los escantillones específicos con los que se mide el cien por ciento de los brazos en la línea de producción, hasta el tiempo del laboratorio de metrología para medir cada una de sus dimensiones.

Durante la presente propuesta de investigación se trabajará en encontrar la manera de como diseñar un brazo de un sensor de nivel que ayude en la reducción de los números de parte o diseños producidos actualmente para una familia de módulos en específico. Se buscará que el diseño alternativo cumpla con el concepto de estandarización y que no afecte la función original del producto, es decir, cumplir con la especificación de altura y resistencia originales.

### Revisión de la Literatura

Se sabe que hoy en día una de las estrategias más poderosas para que una empresa sea competitiva y permanezca vigente en el mercado, es la flexibilidad en el diseño de sus productos y la rapidez con la que estos pueden adaptarse a las necesidades de los clientes. Dada esta situación, dentro de la literatura actual, se ha encontrado que se han desarrollado una serie de metodologías que ayudan en el desarrollo de nuevos productos o procesos, al igual que en el rediseño de productos que se encuentran actualmente en etapas de producción. Algunas de las herramientas o metodologías utilizadas para el diseño y rediseño son, ingeniería inversa, ingeniería robusta, diseño axiomático, diseño de experimentos, teoría de soluciones para problemas de inventiva (TRIZ), diseño para six sigma (DFSS), cada una de ellas serán descritas a continuación haciendo énfasis en las ventajas y desventajas que se obtienen al ser utilizadas en determinadas aplicaciones o áreas de investigación.

#### *Diseño de Experimentos e Ingeniería Robusta*

Apelando a la teoría de sistemas, un diseño puede ser analizado y estudiado como un sistema. Según lo describe Douglas C. Montgomery un sistema puede ser visualizado como la combinación de componentes, materiales, personas, equipos, procesos, entre otros recursos que funcionan e interactúan colectivamente para transformar una serie de entradas en salidas, que son descritas por una o más variables de respuesta.

Después de hacer este análisis, se puede empezar a hacer uso de la experimentación. Muchas industrias están considerando esta herramienta estadística, ya que facilita el tiempo de desarrollo y en muchos de los casos representa un ahorro económico.

“El diseño de experimentos juega un rol muy importante en las actividades de ingeniería de diseño, donde nuevos productos son diseñados y desarrollados y los productos existentes son modificados para mejorar sus características u operación”<sup>4</sup>.

Con esta metodología se busca la manipulación de las variables más importantes para el proceso, persiguiendo el objetivo de encontrar las mejores condiciones de operación para el sistema, es decir, encontrar las condiciones óptimas que hacen el proceso o diseño más robusto.

#### *Creatividad en el Diseño*

Después de una sesión en la que se le otorgó una misma actividad de diseño a diferentes equipos, el autor Nigel Cross<sup>5</sup> se enfoca en analizar cuál fue el punto exacto donde surge la idea que los llevaría a la solución final, con el fin de poder entender cuál es el proceso de creatividad. Los modelos de los procesos de diseño sugieren que este debe seguir una secuencia de etapas, como lo hizo uno de los equipos. La descomposición del problema en sub problemas y enfoque de encontrar sub soluciones para al final combinarlas en una solución general es una técnica que parece ser funcional según concluye el autor.

#### *TRIZ*

La metodología TRIZ (Theory and Innovating Problem Solving) es uno de los más efectivos métodos científicos, usado por gerentes e inventores. En 1946 G. Altshuller, un científico soviético desarrolló una técnica conocida como TRIZ en la cual la técnica y las aplicaciones son fáciles de seguir y de aprender. A pesar de ser una metodología sistemática, TRIZ puede utilizarse como un proceso de desarrollo de productos útil para generar alternativas.<sup>6</sup>

Altshuller trabajó como un experto en patentes en las fuerzas navales rusas en 1940. Su trabajo consistía en ayudar a los recién ingresados para generar patentes. Él trabajó en buscar la manera de estandarizar los métodos para

<sup>4</sup> Montgomery, D. C. (1999). Experimental Design for Product and Process Design and Development. Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician), 48(2), 159-177.

<sup>5</sup> Cross, N. (1997). Creativity in Design: Analyzing and Modeling the Creative Leap. (JSTOR, Ed.) Leonardo, 30(4), 311-317.

<sup>6</sup> Ekmekcia, I., & Koksala, M. (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product. Procedia, 2689-2698.

encontrar soluciones a diversos problemas, esto lo hizo mediante la revisión de más 200,000 patentes, de las cuales solo logro clasificar 40,000 como soluciones inventivas. Durante este proceso encontró que las soluciones podían ser clasificadas dentro de 5 niveles.

TRIZ es una estructura que contiene filosofía inventiva original, métodos y herramientas. La filosofía de TRIZ despliega excelencia, recursos y contradicciones. Alguna de las aplicaciones en las que se utilizó esta metodología es el área médica y el área militar.

#### *Ingeniería Inversa*

Originalmente, los japoneses usaron la ingeniería inversa para mejorar los productos de los competidores y con esto evitar los esfuerzos y gasto de diseños originales. Si la técnica de ingeniería inversa fue utilizada para obtener las réplicas de varias partes, más recientemente es usada para rediseñar productos.<sup>7</sup>

La aplicación más utilizada de esta metodología es la representación tridimensional de una componente físico que puede ser reproducido mediante el escaneo digital o medición de sus características para posteriormente obtener un modelo tridimensional en un software de CAD, esto es beneficioso, ya que se ahorra todo el tiempo de desarrollo de un producto que está actualmente en producción y que puede ser mejorado a partir de la representación que se obtuvo mediante esta técnica.

La otra aplicación que tiene esta metodología es la clasificación de los componentes mediante su función, esta consiste en ir removiendo componentes de un ensamble final y evaluar si esto tuvo o no impacto en la salida final del sistema, tal como lo realizaron los autores Otto & Wood<sup>8</sup> en su investigación sobre un sartén eléctrico.

#### *Design for Six Sigma (DFSS)*

El principal objetivo de DFSS es “diseñar bien la primera vez” para evitar dolorosas experiencias en el futuro. El término “six sigma” en el contexto de DFSS puede ser definido como el nivel al cual las vulnerabilidades del diseño no son efectivas o mínimas.<sup>9</sup>

La metodología DFSS la cual presenta un enfoque basado en IDOV (Identificar, Diseñar, Optimizar y Verificar), puede proveer un amplio rango de diseños para productos y servicios, empezando a desarrollarlos cuando se escucha la voz del cliente, hasta que se hace el lanzamiento de los mismos.

Seguir esta metodología tiene algunas ventajas, dentro de las cuales están: menor tiempo de desarrollo desde que se concibe la idea hasta que se produce, reducir la complejidad del diseño, incrementar la satisfacción del cliente, mejorar la eficiencia en la utilización de recursos, entre otros.

#### *Estandarización en el Desarrollo de Productos*

Siempre se ha mantenido una importante atención en la metodología japonesa del Sistema de Producción Toyota (TPS por sus siglas en ingles). La filosofía de esta metodología esta resumida en la casa de la calidad que tiene como base Heinjuka, Kaizen, y estandarización; a su vez, dos grandes pilares que son el “Just In Time” y el Jidoka, y tienen como principal objetivo la optimización de la calidad de sus productos y servicios fomentando en todos los niveles de la organización la mejora continua y la eliminación de todo tipo de desperdicio de recursos.

Durante la revisión de la literatura se encontraron diversas aplicaciones de esta metodología, en áreas administrativas, médicas e ingenieriles, siendo esta última una de las áreas con mayor aplicación; sin embargo, a lo largo de esta revisión se identificó un tendencia muy característica, todas las herramientas del TPS son implementadas o utilizadas en el área de producción. Por ejemplo, en el análisis de cuello de botella en una línea de producción de motores o en el desarrollo del método de control de un robot.

Aquí donde surge uno de los grandes cuestionamientos de esta investigación, ¿Por qué utilizar estas herramientas hasta el final del proceso?.

Haciendo énfasis en la parte de la estandarización, se cree muy factible que esta filosofía pueda ser aplicada no solo en la producción de un producto, sino desde el desarrollo del mismo, es decir, desde etapas tempranas en el diseño del producto. Esto sin duda puede tener un impacto enorme si lo que se busca es la reducción o eliminación de desperdicios, ya que estandarizar el diseño de un componente puede lograr disminuir el tiempo de diseño, disminuir el tiempo de programación de las máquinas que fabrican diferente diseños de un mismo componente, espacio en almacén, tiempo en la inspección de calidad, suministro de materiales, cotización de proveedores, tiempos de ensamble en la línea de producción, solución de garantías, medición de piezas entre otros.

<sup>7</sup> Cosma, C., Dume, A., Tulcan, A., & Iclanzan, T. (2009). Rapid Development of products using the technique of reverse engineering. *Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium*, 20(1), 347-348.

<sup>8</sup> Otto, K. N., & Wood, K. (1988). *Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology*. *Research in Engineering Design*, 226-243.

<sup>9</sup> Yang, Kai; El-Haik, Basem. (2003). *Design for Six Sigma. A roadmap for Product Development*. McGraw Hill.

Se cree entonces que la factibilidad de la estandarización del diseño se puede lograr y mantener la función del producto, mejorar la calidad y cumplir las expectativas del cliente utilizando la metodología de DFSS que a su vez manda llamar o utilizar algunas otras como TRIZ.

## Metodología

### *Tipo de Investigación*

El alcance que tiene este estudio es de índole correlacional ya que su propósito es explicar cómo y en que magnitud las variables definidas se relacionan entre sí. Las variables que ayudarán a operacionalizar las hipótesis son variables numéricas, como la altura expresada en milímetros y valores resistivos expresados en ohms, dicho esto, el enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que estos datos pueden ser perfectamente cuantificados y medidos. Por tanto, las variables descritas anteriormente son las variables dependientes de este estudio; las variables independientes se definirán más adelante, pero en general, serán características del diseño de producto que serán manipuladas a ciertos niveles para causar un efecto en las variables de salida (dependientes), esto conduce a que la investigación tome un rumbo experimental.

### *Materiales*

Durante el desarrollo de la investigación los materiales a investigar serán los siguientes:

- Word
- Excel
- Dibujos existentes de los modelos de producción
- Base de datos de la empresa
- Impresora de Estereolitografía.
- Resina Blanca SLA
- Software de Diseño (NX 9)
- Software de Simulación (ANSYS)
- Software de Moldeo (Mold Flow)
- Alambre de acero (diámetro: 2.36mm)
- Escantillón para brazos
- Cortador de acero
- Vernier
- Comparador óptico
- CMM
- Módulos de gasolina en producción
- Flotadores de producción
- Viscos (equivalente a gasolina)
- Multímetro
- Corriente eléctrica
- Máquina para medir altura contra resistencia

### *Metodología*

Se propone la metodología mostrada en la Figura 2, la cual consiste en una serie de etapas o fases que serán desarrolladas y que además serán complementadas con otras metodologías como DFSS.

Las herramientas que se proponen en DFSS serán incorporados en algunas de las fases de la metodología propuesta, por ejemplo, TRIZ que es una poderosa herramienta que se propone utilizar en DFSS será usada durante la fase cuatro, donde se empiezan a desarrollar las primeras ideas y conceptos, de aquí es donde se puede obtener un resultado novedoso.



Una vez realizada la clasificación de los componentes, se identificará cuáles diseños son candidatos para la estandarización, estos modelos o números de parte son los que tendrán que ser reemplazados con el diseño estándar de brazo que se desarrollará en esta investigación.

Después se interpretarán los requerimientos del cliente, cuáles son las alturas de combustible y los valores resistivos que quieren obtener con el diseño del brazo. Aquí se presenta uno de los mayores retos del diseño, ya que estos requerimientos pueden llegar a ser muy diversos.

Una vez realizado lo anterior, se presentarán diferentes ideas y diseños. Es en esta etapa es donde se seguirá parte de la metodología DFSS para encontrar ideas novedosas que puedan ser transformadas a un producto final. Como se describió en la revisión de la literatura, la metodología TRIZ es una metodología que ayuda a resolver problemas de inventiva, por lo que se estará utilizando durante esta investigación para eliminar algunas de las contradicciones que se presentan en el diseño actual y así encontrar posibles soluciones al problema de variedad de diseños para el componente brazo de los sensores de nivel. Los diferentes diseños de componentes serán modelados con la ayuda del software de CAD NX (Unigraphics) y siguiendo también los requerimientos del cliente.

Después se continuará con la etapa cinco, en la cual, en base a los conceptos de diseños propuestos se hará un proceso de selección para encontrar la solución más robusta al problema planteado. Se consideraran varios aspectos, desde las características del diseño, hasta el costo y la manufacturabilidad. En esta etapa se utilizará un diagrama Pugh que es una herramienta que se utiliza para la toma de decisiones cuando se quiere lanzar o desarrollar un nuevo producto o servicio, en esta se pretende diferenciar cuales características aportan más valor haciéndolo de una manera cuantitativa.

Una vez identificado el diseño óptimo se hará un segundo análisis para ver si es necesario refinar algún detalle en la geometría; de igual forma y si es aplicable, se realizará un estudio de tolerancias para asegurar el correcto ensamble de cada uno de los componentes en el ensamble final y de igual manera se harán los dibujos de fabricación de los mismos. En esta etapa de la metodología se realizaran análisis estructurales y de moldeo para validar que la geometría cumple con los comportamientos esperados.

Una vez concluido y detallado el diseño final, se generará una solicitud de impresión 3D en material SLS al laboratorio de prototipos rápidos. Esta resina es suficientemente resistente para realizar las pruebas necesarias para validar el diseño en vacío y en lleno. Esta impresión simulará la geometría del nuevo componente estándar.

Cuando los prototipos rápidos estén impresos, se procederá a hacer el ensamble de los mismos es los módulos que contienen los sensores que fueron seleccionados como candidatos a ser estandarizados, es decir, se removerán los sensores de nivel originales en los módulos de producción de la familia analizada y se reemplazará con el componente del diseño propuesto.

Después de realizar los ensambles necesarios, los módulos con el nuevo sensor se introducirán a la máquina para realizar la prueba de altura contra resistencia; se utilizará un fluido parecido a la gasolina y se observará y registrará el comportamiento del diseño propuesto.

Una vez obtenidos los resultados de la prueba de altura contra resistencia se hará un análisis comparativo de los datos obtenidos contra las especificaciones del cliente y ver si se está cumpliendo con este requerimiento.

### **Resultados Esperados**

Se espera que después de la aplicación de la metodología planteada se pueda definir un diseño alternativo que contribuya a comunicar mínimo dos diseños existentes, que cumpla con las características funcionales del producto con respecto a la especificación del cliente en milímetros de combustible y valores resistivos; a su vez, que no afecte la capacidad actual del proceso medida con los indicadores de desempeño Pp y Ppk.

Otra consecuencia esperada es el beneficio económico mediante la reducción de costos que presenta el diseño alternativo sobre el actual en producción.

### **Conclusiones Esperadas**

Se espera concluir con el diseño óptimo que estandarice la mayor cantidad de números de parte (diseños actuales) y que representa una mejora en el proceso haciendo que esté presente flujo continuo y se evite el desperdicio de recursos.

Se espera también que el diseño propuesto pueda ser reemplazado en los módulos actuales de producción sin causar un impacto negativo en la lectura del nivel de combustible.

## Referencias

Cosma, C., Dume, A., Tulcan , A., & Iclanzan, T. (2009). Rapid Development of products using the technique of reverse engineering. Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium, 20(1), 347-348.

Cross, N. (1997). Creativity in Design: Analyzing and Modeling the Creative Leap. (JSTOR, Ed.) Leonardo, 30(4), 311-317.

Duane Gaston, R., & Yu, D. (2001). Patente n° US 6,170,472 B1. US.

Ekmekcia, I., & Koksala, M. (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product. Procedia, 2689-2698.

Montgomery, D. C. (1999). Experimental Design for Product and Process Design and Development. Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician), 48(2), 159-177.

Otto, K. N., & Wood, K. (1988). Product Evolution: A Reverse Engineering and Redesign Methodology. Research in Engineering Design, 226-243.

Yang, Kai; El-Haik, Basem. (2003). Design for Six Sigma. A roadmap for Product Development. . McGraw Hill.

# ÁREAS DE INSERCIÓN EN RESIDENCIAS PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA EN 2014 Y 2015

C.P. Virginia Susana Soto Hernández<sup>1</sup>, M.A. Ma. Rosalba Ascención Carreño Juárez<sup>2</sup>,  
Jessica Laura Bernal Izquierdo<sup>3</sup>

**Resumen**— La Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE) se incorporó en enero 2010 a la oferta educativa del Instituto Tecnológico de Celaya (ITC). Siguiendo la tendencia mundial del diseño curricular de licenciaturas con enfoque multidisciplinar, este programa integra una base mayoritaria de asignaturas del área de ciencias económico administrativas pero también un porcentaje importante de asignaturas del área de ingeniería aplicada, lo que genera un perfil de egreso con competencias específicas diversas que posibilitan su inserción en cualquier área funcional de las organizaciones. Por tal motivo, esta investigación documental tiene como objetivo conocer las reales áreas de inserción laboral de las primeras tres generaciones de IGE del ITC durante su periodo de residencia profesional en los dos semestres del año 2014 y el primer semestre de 2015. Los resultados arrojaron que el 35% de los alumnos desarrollaron proyectos de Ciencias de la ingeniería y el 65% en Ingeniería aplicada.

**Palabras clave**—IGE, residencias, inserción laboral.

## Introducción

La Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE) es un programa de estudios incorporado a la oferta educativa del Instituto Tecnológico de Celaya (ITC) en 2010 y cuya primera generación egresó en junio 2014. Como parte de su diseño, cuenta con un perfil de egreso con enfoque multidisciplinar, lo que ha provocado que los empleadores presenten dificultad en establecer las funciones o actividades que pueden desarrollar dichos egresados. Estas situaciones ocasionan que exista un desconocimiento de las reales áreas de inserción de dicho programa de estudios.

Las residencias profesionales hacen referencia al “espacio de conocimientos en el que se introduce un estudiante de educación superior mediante una estrategia educativa de carácter curricular, que permite al estudiante emprender un proyecto teórico-práctico, analítico, reflexivo, crítico y profesional para revolver un problema específico de la realidad social y productiva, para fortalecer y aplicar sus competencias profesionales” (DGEST, 2011). Este espacio curricular es el primer vínculo del alumno de IGE con el sector productivo y el primer paso hacia su desarrollo profesional, de modo que cuando se realizan residencias profesionales se está trabajando dentro de un área elegida por el estudiante y donde puede aplicar las competencias profesionales contenidas en su perfil de egreso.

El marco de referencia para la acreditación de los programas de ingenierías 2014 emitido por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI) establece que el tipo de programa para las ingenierías se clasifica como científico práctico debido a que “son programas cuyos egresados se dedicarán en su mayoría a la práctica profesional y en los cuales se incluye una fracción considerable de cursos orientados a comunicar experiencias prácticas y además, tienen una proporción significativa de cursos básicos en ciencias y humanidades” (CACEI, 2014). Este mismo documento divide los contenidos temáticos de IGE en: Matemáticas, Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades y otros cursos.

El objetivo de los estudios en Matemáticas es contribuir a la formación del pensamiento lógico-deductivo del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza. El objetivo de los estudios de las Ciencias Básicas será proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de uso del método científico. Las Ciencias de la Ingeniería deberán tener como fundamento las Ciencias Básicas y las Matemáticas, pero desde el punto de vista de la aplicación creativa del conocimiento, siendo una conexión entre lo conceptual y la aplicación. La Ingeniería Aplicada deberá considerar los procesos de aplicación de las Ciencias Básicas y de la Ingeniería para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas

<sup>1</sup> C.P. Virginia Susana Soto Hernández es docente del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Celaya. [susana.soto@itcelaya.edu.mx](mailto:susana.soto@itcelaya.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.A. Ma. Rosalba Ascención Carreño Juárez es la Jefa de Proyectos de Vinculación del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Celaya. [rosalba.carreno@itcelaya.edu.mx](mailto:rosalba.carreno@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Jessica Laura Bernal Izquierdo es estudiante de la Ingeniería en Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico de Celaya. [jessicabernal44.jb@gmail.com](mailto:jessicabernal44.jb@gmail.com)

preestablecidas, abarcando aspectos tales como: desarrollo de la creatividad, empleo de problemas abiertos, metodologías de diseño, factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos y de seguridad, estética e impacto social, a partir de la formulación de problemas. El objetivo de los estudios de Ciencias Sociales y Humanidades será formar ingenieros conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones. Los Otros Cursos tienen como objetivo complementar la formación de los estudiantes en áreas no referidas en las clasificaciones anteriores, tales como Derecho.

De acuerdo al Tecnológico Nacional de México (2016), organización educativa de la cual forma parte el ITC, el perfil de egreso del estudiante de IGE incluye las competencias profesionales siguientes:

- Desarrollar y aplicar habilidades directivas y la ingeniería en el diseño, creación, gestión, desarrollo, fortalecimiento e innovación de las organizaciones, con una orientación sistémica y sustentable para la toma de decisiones en forma efectiva
- Diseñar e innovar estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.
- Gestionar eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
- Aplicar métodos cuantitativos y cualitativos para el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas, en los procesos organizacionales para la mejora continua, atendiendo estándares de calidad mundial.
- Diseñar, evaluar y emprender nuevos negocios y proyectos empresariales, que promuevan el desarrollo sustentable y la responsabilidad social, en un mercado competitivo.
- Diseñar e implementar estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias del consumidor o usuario de algún producto, de acuerdo a oportunidades y amenazas del mercado.
- Establecer programas para el fortalecimiento de la seguridad e higiene en las organizaciones.
- Gestionar sistemas integrales de calidad, ejerciendo un liderazgo efectivo y un compromiso ético, aplicando las herramientas básicas de la ingeniería.
- Interpretar y aplicar normas legales que incidan en la creación y desarrollo de las organizaciones.
- Integrar, dirigir y desarrollar equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
- Analizar e interpretar la información financiera para detectar oportunidades de mejora e inversión en un mundo global, que incidan en la rentabilidad del negocio.
- Utilizar las nuevas tecnologías de información en la organización, para optimizar los procesos de comunicación y eficientar la toma de decisiones.
- Propiciar el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
- Aplicar métodos de investigación para desarrollar e innovar sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
- Gestionar la cadena de suministros de las organizaciones con un enfoque orientado a procesos.
- Analizar e interpretar la economía global para facilitar la toma de decisiones en la organización.

### Descripción del Método

La investigación se basó en la información contenida en el sistema electrónico de residencias profesionales del ITC respecto a 103 alumnos que forman parte de las primeras tres generaciones de la IGE que realizaron dicha actividad en los dos semestres del año 2014 y el primero del 2015, mostrados en el cuadro 1. Dicha información reporta los datos sobre el nombre del alumno, número de control, nombre del anteproyecto, año, periodo en el que se realizaron las residencias, nombre de la empresa en donde se llevaron a cabo las residencias, giro de la empresa y calificación.

<i>Año</i>	<i>Periodo</i>	<i>Número de alumnos inscritos en residencia profesional</i>
2014	Enero-junio	15
2014	Agosto-diciembre	57
2015	Enero-junio	31

*Cuadro 1. Población objeto de la investigación.*

Para llevar a cabo la investigación se siguieron los siguientes pasos:

1. Se clasificó la retícula de IGE del ITC en las áreas establecidas por CACEI como contenidos temáticos. La retícula clasificada se muestra en el Apéndice 1, en donde se estableció que el color azul hace referencia a Matemáticas, el naranja a Ciencias Básicas, el morado a Ciencias de la Ingeniería, el verde a la Ingeniería Aplicada, el amarillo a Ciencias Sociales y Humanidades y el rojo a Otros Cursos.
2. Se analizó la información del anteproyecto presentado en la información de las residencias profesionales.
3. Se clasificaron dichos anteproyectos en las áreas que presenta CACEI.
4. Se resumieron los resultados en el cuadro 2.
5. Se reportaron los resultados y la conclusión.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Se encontró que los alumnos de IGE realizaron sus residencias profesionales en proyectos del área de Ingeniería Aplicada principalmente, ya que representó el 65% de los proyectos registrados. El resto de los proyectos se clasificaron en el área de Ciencias de la Ingeniería.

Área de inserción	Número de proyectos de residencia profesional	Porcentaje
Ingeniería aplicada	67	65%
Ciencias de la ingeniería	36	35%
Ciencias básicas	0	0%
Ciencias sociales y humanidades	0	0%
Otros cursos	0	0%
Total	103	100%

Cuadro 2. Proyectos de residencia profesional clasificados en áreas de inserción.

#### Conclusiones

La Ingeniería en Gestión Empresarial es un programa clasificado adecuadamente por CACEI como científico práctico porque sus egresados se dedican en su mayoría a la práctica profesional, aunque para poder desarrollar dichas prácticas requieren un número considerable de asignaturas que les otorgan una base conceptual científica y también una formación humana que desarrolla competencias profesionales para ampliar su visión de factores a considerar en el proceso de toma de decisiones.

Se comprobó que los alumnos que terminan sus proyectos de residencia profesional cumplen con el perfil de egreso ya que demuestran un nivel de desempeño de bueno a excelente en las competencias profesionales aplicadas.

Dentro del área de Ingeniería Aplicada, el tema de Sistemas de Calidad es el más recurrente en los proyectos y está definida en la competencia de egreso como: gestionar sistemas integrales de calidad, ejerciendo un liderazgo efectivo y un compromiso ético, aplicando las herramientas básicas de la ingeniería.

### Referencias

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. "Marco de referencia para la acreditación de los programas de ingenierías 2014:" Documento web, 01 de Octubre de 2014. Dirección de internet: [http://cacei.org.mx/images/docs/29-ago-16/L-CACEI-DGE-01\\_marco\\_ref\\_ING\\_inst\\_2.pdf](http://cacei.org.mx/images/docs/29-ago-16/L-CACEI-DGE-01_marco_ref_ING_inst_2.pdf)

Dirección General de Educación Superior Tecnológica. "Lineamiento para la Operación y Acreditación de la Residencia versión 1.0 Planes de estudio 2009-2010". Documento normativo interno, 01 de Octubre de 2011.

Instituto Tecnológico de Celaya. "Reticula de IGE". Documento web, 09 de Mayo de 2016. Dirección de internet: <http://itcelaya.edu.mx/planesEspecialidad/reticulas/26IGEM-2009-201.pdf>

Instituto Tecnológico de Celaya. "Reporte histórico de residencias profesionales". Documento web, 09 de mayo de 2016. Dirección de internet: <https://sii.itcelaya.edu.mx/sii/index.php?r=residencias>

Tecnológico Nacional de México. "Perfil de egreso de la Ingeniería en Gestión Empresarial". Documento web, 10 de junio de 2016. Dirección de internet: [http://www.tecnm.mx/licenciatura\\_2009\\_2010/ingenieria-en-gestion-empresarial](http://www.tecnm.mx/licenciatura_2009_2010/ingenieria-en-gestion-empresarial)



# Factibilidad del desarrollo de una aplicación móvil, para el apartado de vehículos del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa

Mtro. José de Jesús Soto Padilla<sup>1</sup>, Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez<sup>2</sup>, Dr. Ramón René Palacio Cinco<sup>3</sup>,  
Mtro. Ramsés Delfino Soto Padilla<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente artículo describe la factibilidad del desarrollo de una aplicación móvil para el apartado de vehículos del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa, que permita apoyar al personal académico y administrativo a realizar los apartados de los medios de transporte institucionales. Para el desarrollo de la investigación, el procedimiento que siguió fue analizar los lineamientos generales que enmarcan la prestación de vehículos de la institución, después, se llevó a cabo la aplicación de un instrumento para percibir el contexto tecnológico y por último la presentación de la propuesta tecnológica para ejercer la aceptación de la tecnología que los empleadores perciben a través de la utilidad, la facilidad y actitud de la aplicación móvil. A manera de conclusión, la metodología aplicada fue fundamental para dar indicios al desarrollo de un sistema de información que apoye en el apartado de vehículos, obteniendo resultados que son considerados satisfactorios.

**Palabras clave**—Tecnologías de la información, tecnologías móviles, aplicación móvil, apartado de vehículos.

## Introducción

Las empresas en la actualidad se desarrollan en un entorno dinámico y constante, reaccionando a cambios que afectan de manera positiva o negativa el curso de su crecimiento, mientras que las tecnologías de información (TI) se encuentran inmersas en todos los campos de acción dentro de una empresa, permitiendo maximizar sus recursos y aumentar el valor de la actividad en su conjunto.

Los autores (López Trujillo & Correa Ospina, 2007) mencionan que la aplicación de las tecnologías de información ha evolucionado al punto de considerarse un recurso estratégico para las organizaciones, ya que sirven como medio para generar valor agregado dentro de una visión sistemática de la organización y de los lineamientos de la sociedad del conocimiento, la información y la innovación.

Actualmente en México las empresas están dispuestas a incorporar la tecnología a sus estrategias de negocio para poder ser más productivas, aumentar su grado de eficiencia y así llevar a cabo una gran contribución para que la economía del país, logre un mejor crecimiento. Dicha importancia y de acuerdo con un estudio del Banco Nacional (BN), México es el segundo país latinoamericano más aventajado en la materia, donde sus exportaciones de alta tecnología equivalen al 17% del total de su manufactura. Le antecede Costa Rica con el 40% y le precede Brasil, con el 11 por ciento (Uribe, 2012).

Las tecnologías de la información son indispensables y permiten agrupar elementos y técnicas que son utilizadas para el tratamiento y la comunicación de la información, principalmente en el área de informática, el internet y las telecomunicaciones. Su correcta aplicación apoya de manera apreciable al desarrollo de pueblos y sociedades, logrando así comunicaciones y transferencias de información para el análisis y la toma de decisiones.

Sin embargo, el desarrollo de la computación como de la telefonía celular ha tenido una gran evolución y un gran impacto dentro de las tecnologías junto con la incursión de la internet. Es por ello, que dar mención a las tecnologías móviles nos remota inicialmente a lo que puede ser un control inteligente o remoto con una capacidad de llevar a cabo la centralización de servicios en un dispositivo conectándose a miles de usuarios en el mundo, utilizando una infraestructura de comunicaciones.

Según el autor (Rodríguez González, 2013) menciona que un teléfono inteligente es un dispositivo o medio de comunicación efectiva en el que se reciben correos electrónicos, se organiza la agenda, se guardan documentos, lo que lo convierte efectivamente en una oficina móvil, permitiendo conectividad y manejo de información prácticamente desde cualquier lugar.

<sup>1</sup> Mtro. José de Jesús Soto Padilla, Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa [jose.soto@itson.edu.mx](mailto:jose.soto@itson.edu.mx) (Corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez, Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa, Líder de Cuerpo Académico Gestión organizacional y Desarrollo Sustentable [carlos.hinojosa@itson.edu.mx](mailto:carlos.hinojosa@itson.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. Ramón René Palacio Cinco, Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa [ramon.palacio@itson.edu.mx](mailto:ramon.palacio@itson.edu.mx)

<sup>4</sup> Mtro. Ramsés Delfino Soto Padilla, Líder del centro de servicio de asesoría y consultoría de tecnologías de información del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa [rsoto@itson.edu.mx](mailto:rsoto@itson.edu.mx)

En México, el uso de los dispositivos móviles se está incrementando. Según cifras oficiales, en el 2012 había 14.7 millones de usuarios de teléfonos inteligentes, y su progreso crece anualmente. En el 2015 se tuvo una impregnación del 70% por lo que explotar el uso del teléfono inteligente para organizar la vida laboral del usuario es una atractiva opción de conectividad.

Para las empresas, “la implementación de tecnología móvil presenta no sólo un reto en materia de adaptación de procesos, sino también de presupuestos; en muchas ocasiones es complicado definir la inversión que requieren este tipo de iniciativas” (Obregón, 2013). Sin embargo, las empresas ya no tratan simplemente de adquirir equipos de tecnología, sino de que las tecnologías de información soporten la visión, misión y estrategia del negocio; es decir, como un ente inseparable de los procesos para la creación de valor, facilitando el desarrollo informático y respondiendo a las necesidades de la organización.

El instituto tecnológico de sonora (ITSON), es un organismo público de carácter universitario, de personalidad jurídica y patrimonio propio; autónomo en el ejercicio de sus funciones de enseñanza e investigación y cuenta con seis campus en su estructura organizacional. Para la unidad campus navojoa, se reconoce como una de las dependencias de educación superior dentro de la organización y brinda soporte a las metas y objetivos contenidos en el Plan Integral de Fortalecimiento Institucional, beneficiando a más de 2,600 alumnos inscritos, en sus programas educativos.

El personal académico y administrativo de la institución presenta una tarea compleja sobre las reservaciones de vehículos institucionales, por lo que no se ha desarrollado un medio tecnológico que lo considere más accesible y eficaz. De tal manera que el 90% de los empleados docentes y administrativos están de acuerdo que si se cuenta con un sistema de información que apoye en el apartado del transporte institucional. Sin embargo el 90% indican que la tecnología móvil es adecuada, para llevar a cabo los procesos dentro de cada área o departamento, así como el 75% mencionan que la institución no cuenta con un sistema móvil para el apoyo de apartado de vehículos de la institución y el 15% desconocen si se cuenta con una aplicación.

Dados los antecedentes se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se puede considerar el desarrollo de un sistema de información que sea accesible en la reservación del transporte de la institución para las actividades académicas y administrativas del personal?

Por lo anterior, el proyecto de investigación busca como objetivo el determinar la factibilidad para el desarrollo de una aplicación móvil que permita realizar el apartado de vehículos del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa, de manera accesible, mediante la metodología, herramientas y mejores prácticas del desarrollo de software.

De esta manera la realización de una propuesta tecnológica, dará indicios para el desarrollo un sistema de información en versión móvil que aún no han sido implementado en la institución, ya que es de gran importancia para mejorar la buena toma de decisiones académicas y administrativas, los equipos de trabajo en conjunto con otras campus institucionales y el producto del proyecto.

### **Descripción del Método**

Los datos de este trabajo de investigación son de enfoque cuantitativo; esto es así debido a que se busca determinar mediante el uso de herramientas tales como encuestas y mediciones, recoger información medible bajo el concepto real del impacto tecnológico empresarial del instituto tecnológico de Sonora. De tal manera que también tiene un enfoque descriptivo y transversal. Descriptivo por el modo sistemático de la situación a cada área o departamento dentro de la empresa pueda describir las actividades y al personal que interviene dentro del campo de acción y transversal porque podrá extraer en un momento determinado conclusiones de evaluación acerca de los resultados a través del análisis de factibilidad del desarrollo tecnológico.

Con el objetivo de averiguar sobre lo que piensan los trabajadores de la institución acerca del desarrollo de una aplicación móvil para el apartado de vehículos institucionales, fueron invitados 23 empleadores docentes, 15 del personal administrativo de distintos puestos, un encargado de infraestructura, así como un guardia de seguridad de planta, con el rango de edades entre los 50 años como edad máxima y 20 como mínima, el cual para la evaluación se utilizaron varios materiales entre los cuales están: instrumento de diagnóstico para analizar la necesidad de un sistema de información y un instrumento de aceptación de tecnologías para percibir la usabilidad, utilidad y actitud del usuario con respecto a la propuesta tecnológica. Para la realización de la investigación, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

-FASE 1 Análisis del Contexto Tecnológico: consiste en analizar la situación actual de la institución para poder determinar la condición en la que se encuentra el personal de acuerdo a la infraestructura y soporte tecnológico. De tal manera es necesario analizar de forma general la tecnología móvil con la que se cuenta, el soporte a través de un área de asesoría y consultoría de tecnologías de información, así como la cobertura de ancho de banda de internet.

-FASE 2 Análisis y Diseño de la Aplicación Móvil: la finalidad principal de esta fase es analizar el dominio del problema, establecer los cimientos de arquitectura y alcanzar la capacidad de diseño de la aplicación móvil de forma incremental a través de las sucesivas iteraciones del desarrollo del software.

- FASE 3 Análisis de Aceptación de la Tecnología: consiste en llevar a cabo la presentación de la propuesta tecnológica para identificar la utilidad, la facilidad y actitud de la aplicación móvil. De esta manera se puede ejercer el desarrollo y la implementación del software para la realización de los apartados de vehículos del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa.

### Resumen de Resultados

A continuación, se detallan los resultados obtenidos con el desarrollo de la metodología propuesta, donde en la fase uno el primer resultado se muestra en la percepción del personal acerca del contexto tecnológico de la institución el cual, el 90% de los empleadores están de acuerdo que se cuenta con equipos de cómputo y sistemas informáticos adecuados para llevar a cabo las actividades dentro de cada área o departamento, de tal manera que el 65% indican contar con dispositivos móviles con sistema operativo Android, el 32.5% cuentan con dispositivos con sistema operativo IOS y el 2.5% con un dispositivo con Windows 7.

Sin embargo se tiene contemplado el establecimiento de un departamento de asesoría y consultoría de información, con equipamiento de infraestructura de redes de comunicaciones y equipos computacionales para el procesamiento y almacenamiento de datos, lo cual el 92.5% de los empleados docentes y administrativos mencionan que han tenido apoyo sobre sus necesidades tecnológicas sobre los procesos dentro de cada área o departamento del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa, así como la cobertura de ancho de banda a 100 megabyte por segundo para el uso exclusivo del servicio de internet en sus actividades de comunicación, mensajería, educación a distancia e investigación. De esta manera se puede considerar que la situación tecnológica actual de la institución es adecuada para poder abordar la propuesta del desarrollo de la aplicación móvil que apoye a la reservación del transporte para las actividades académicas y administrativas del personal.

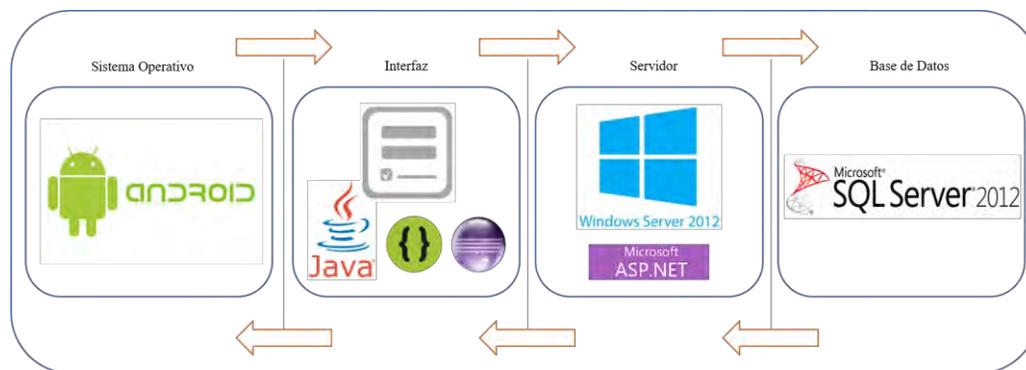
El siguiente resultado se basa sobre la fase dos, donde se muestra la tabla 1, la cual explica lo referente a la problemática detectada y la solución propuesta de la aplicación móvil.

El problema	El Problema que se aborda es la disposición de un medio tecnológico que apoye de manera accesible al personal de la institución en la realización de reservaciones de vehículos, así como encontrar una disponibilidad en la cual poder dar seguimiento a los apartados próximos y notificar las acciones de salidas y regresos.
Afecta a	Al personal docente o administrativo por los tiempos de retraso en el apartado de vehículos institucionales que pueden ser modificados o interrumpidos a falta de comunicación o gestión en el sistema actual.
El impacto de esto es	Que las actividades académicas o administrativas se retrasen sobre las salidas fuera de la institución y la falta de comunicación entre el personal para dar seguimiento a las disponibilidades de los vehículos.
Una solución exitosa sería	Desarrollar una aplicación en dispositivo móvil con la cual se pueda realizar el apartado de vehículos de manera accesible entre el personal académico y administrativo de la institución, tomando en cuenta las salidas de trabajo con la cual se pueda ver la disponibilidad del transporte para así poder agendar actividades o eventos programados.

**Tabla 1.** Descripción del Problema en Documento de Visión.

**Fuente:** Elaboración Propia.

En el siguiente diagrama de arquitectura se muestran los diferentes tipos de tecnologías propuestas, utilizadas y existentes. Existen dependencias entre las capas que se representan como flechas, las cuales indican qué pueden usar o actualmente la funcionalidad representada por otros niveles como se puede ver en la figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de Arquitectura de la Aplicación Móvil.

**Fuente:** Elaboración Propia.

La aplicación móvil propuesta fue implementada en cuatro capas: sistema operativo, interfaz, servidor y base de datos. En la primera capa se indica el sistema operativo en el cual se desarrolla y se ejecuta la aplicación, siendo así una versión inicial de diseño que fue considerada sobre las herramientas tecnológicas y del desarrollo del software con las que se cuenta actualmente en el departamento de tecnologías para llevar a cabo el proyecto y que a su vez dará a conocer resultados de una evaluación de aceptación tecnológica, a través de su usabilidad y utilidad percibida por el usuario.

En cuanto a la capa de interfaz se refiere al desarrollo del diseño de interfaz de usuario el cual se consideran las herramientas tecnológicas necesarias, las cuales son: Android Developer Tools dentro del entorno de desarrollo Eclipse y el lenguaje de programación Java.

La capa del servidor contiene en el sistema operativo Windows Server 2012, el cual sirve para alojar los servicios en la internet de manera local sobre el dominio que contiene la conexión de red del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa y así poder establecer la comunicación de información desde la aplicación entre servicios realizados en un modelo de desarrollo web dinámico y unificado.

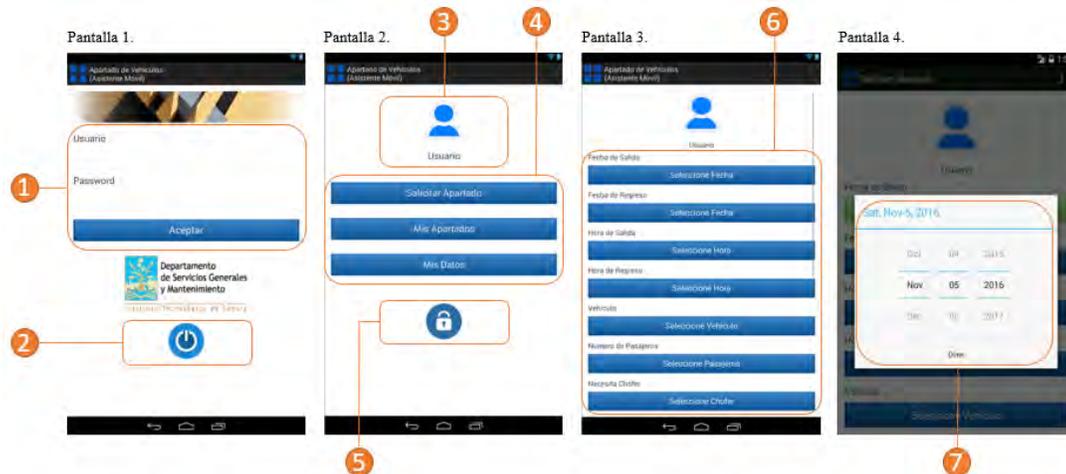
Por último y no menos importante la capa cuatro, se encuentra el gestor de base de datos SQLServer 2012, para el almacenamiento de información que puede ser consultada, modificada y eliminada por el usuario.

La propuesta de la aplicación móvil considera funcionalidades tales como: solicitudes de apartados de vehículos, con la cual los usuarios pueden registrar las reservaciones, así como la función con la que se puede ver las disponibilidades al momento de crear una.

Como se muestra en la figura 2, el cual, son las pantallas generadas a través del diseño de la aplicación móvil, la pantalla 1 exhibe el formulario de acceso que permite al usuario acceder al sistema, siendo así el nombre de usuario y el password, seguido por el botón de Aceptar (1). También se cuenta con un botón que permite salir de la aplicación si se requiere (2).

La pantalla 2, muestra el usuario que ha accedido al sistema (3) y el menú de apartados con el que puede navegar sobre la aplicación, el cual contiene tres botones: Solicitar Apartado, Mis Apartados y Mis Datos (4), así como un botón con el que se puede cerrar sesión (5). Por otro lado la pantalla 3, muestra una de las funcionalidades principales de la aplicación el cual es el área del apartado de vehículos y contiene una serie de botones que permiten dar seguimiento a dicho a apartado, en una secuencia de opciones hasta lograr registrarlo (6).

La pantalla 4, exhibe en forma de ejecución, una opción dentro del área de la solicitud del apartado, que indica la selección de la fecha de salida del vehículo en un dialogo (7). De esta manera se logra comprender que el manejo de diálogos brinda mejor facilidad en cuanto al uso de la aplicación, así como la parte atractiva del diseño.



**Figura 2.** Pantallas de la Propuesta de Diseño de la Aplicación Móvil del Apartado de Vehículos de ITSON, Unidad Navojoa.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Por otro lado, sobre la fase tres se solicitaron a 40 participantes su percepción en cuanto a la usabilidad de la propuesta tecnológica mediante el uso de cuestionarios del modelo de aceptación de tecnologías (TAM). El cuestionario consta de tres secciones (Con 6 preguntas en dos secciones y tres preguntas en una sección). Los ítems del cuestionario se midieron en escala Likert de 7 puntos, que van desde 1 (“Totalmente en desacuerdo”) a 7 (“Totalmente de acuerdo”).

Por lo tanto y de acuerdo a los resultados obtenidos en el cuestionario TAM, de usabilidad, se puede observar que existe un porcentaje bastante considerable a cerca de la efectividad en la propuesta siendo 7 el valor más alto y se obtuvo un 95% de aceptación (aplicando aquí una regla de tres). Particularmente en el reactivo uno que dice; ¿usar una aplicación móvil para el apartado de vehículos me ayudaría a hacer más rápido el apartado?, esta respuesta fue la que obtuvo el porcentaje más alto de aceptación en usabilidad en la escala del cuestionario TAM, lo cual es algo muy positivo ya que esto significa que la aplicación móvil propuesta cumple la función de agilizar el proceso de realizar un apartado de vehículos siendo este base para aumentar el crecimiento de calidad en el producto.

En el mismo tenor, la pregunta "¿usar una aplicación móvil para el apartado de vehículos puede ser más efectivo en mis labores?", se obtuvo un 92.5% de aceptación, el cual se entiende que la propuesta puede llegar a influir en las labores de forma positiva del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa.

Además, el 92.5% comenta que utilizar la aplicación móvil mejoraría el desempeño del sistema actual, un porcentaje demasiado razonable y satisfactorio, ya que el sistema de información actual es ineficaz al brindar el servicio con mayor fluidez esperado.

Por otro lado, en la parte de facilidad de uso de los resultados finales de las evaluaciones se puede observar que se obtuvo un número considerable en la pregunta de la facilidad para llegar a ser hábil al usar una aplicación móvil para el apartado de vehículos, donde se obtuvo un 97.5%. Con estos resultados concluimos que sobre la aplicación móvil se logra percibir un sistema de información con facilidad de uso y usable para el personal docente y administrativo, y puede llegar a ser implementado en cualquier empresa, beneficiando tanto a los empleados como a la organización en general.

### Conclusiones

La aplicación móvil es una herramienta fundamental para la gestión en la reservación de vehículos del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa, por lo que garantizo determinar los recursos para impulsar el proyecto en su totalidad, así como reconocer la actitud de usabilidad por el usuario, el cual proyecta un 94% en beneficio positivo y el 97.5% de utilidad percibida por el usuario.

El apoyo de una aplicación móvil para el apartado de vehículos causa el efecto de ejercer el desarrollo del software, logrando identificar requerimientos del usuario con respecto a la accesibilidad y eficacia de la información oportuna, con capacidad de notificaciones en tiempo real y la adaptación de otros sistemas operativos para su escalabilidad, siendo así un gran beneficio para el personal docente y administrativo.

La evaluación de la propuesta tecnológica considero una actitud positiva hacia el usuario, reconociendo una acción estratégica para la toma de decisiones dentro de las actividades académicas o administrativas, así como la consideración del trabajo en conjunto con otros campus institucionales para su implementación.

Así mismo el personal de la empresa pudo comprender la importancia de poder contar con aplicaciones móviles que apoyen en los procesos dentro de cada área o departamento de la institución, siendo así herramientas que garantizan el éxito de las empresas que si lo tienen.

### Recomendaciones

Con base a los resultados, se recomienda ampliamente formalizar la planeación del desarrollo de software móvil para la creación de valor institucional y la creación de un convenio a través del departamento de asesoría y consultoría de tecnologías de información con el área de vinculación para generar políticas que consideren la elaboración del proyecto hacia el área de servicios generales.

También es primordial llevar a cabo la investigación de herramientas para el desarrollo de software móvil que permitan la integración de proyectos que apoyen en los procesos institucionales, así como la adaptación de la aplicación en otros sistemas operativos.

Con esto, el personal del instituto tecnológico de sonora, unidad navojoa, puede ser más productivo y tener una mejor gestión empresarial, ya que se controlará el apartado de vehículos, mediante el uso de la aplicación móvil, considerando su aceptación tecnológica.

### Referencias

- López Trujillo, M., & Correa Ospina, J. I. (2007). *Planeación estratégica de tecnologías informáticas y sistemas de información* (Primera ed.). Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Obregón, H. (19 de Noviembre de 2013). *Forbes Mexico*. Obtenido de <http://www.forbes.com.mx/abc-para-implementar-tecnologia-movil-en-tu-negocio/>
- Rodríguez González, A. (05 de Junio de 2013). *Forbes México*. Obtenido de <http://www.forbes.com.mx/la-tecnologia-movil-como-herramienta-de-apoyo-al-emprendimiento/>
- Uribe, É. (2012). *Emprende con la alta tecnología*. Obtenido de SoyEntrepreneur.com: <http://www.soyentrepreneur.com/22936-emprende-con-la-alta-tecnologia.html>

# Diagnóstico de la producción y comercialización del café en la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla

Ing. Anahí Soto Picazo<sup>1</sup>, M.A. Rosa Cortes Aguirre,<sup>2</sup> Dra. Alejandra Torres López<sup>3</sup>,  
M.A. Kathy Laura Vargas Matamoros<sup>4</sup>

## RESUMEN

En este artículo se presenta una investigación preliminar de los primeros resultados obtenidos del diagnóstico de la producción y comercialización del café en la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla. Para los productores de esta región esta actividad representa la principal fuente de ingresos y la segunda actividad económica para México. El objetivo de esta investigación es la obtención de datos verídicos sobre la capacidad productiva y el proceso de comercialización del café, para esto se realizó un análisis documental sobre la oferta y demanda del sector cafetalero en el mercado nacional y regional, así, como la aplicación de un cuestionario a una muestra representativa de los productores del grano de café de la zona de estudio, obteniendo como resultados la capacidad de siembra, producción, rendimiento y precio. Este estudio se realiza con la finalidad de proponer en el futuro un plan estratégico de comercialización bajo el sistema de Comercio Justo.

## INTRODUCCIÓN

El café es un cultivo de plantación que se produce en los países tropicales con características asociadas a un bajo desarrollo socioeconómico; este grano es considerado como una de las materias primas más importantes a las que se les da seguimiento en la economía mundial. Es así que para muchos de los países menos adelantados del mundo, las exportaciones de café representan una parte fundamental de sus ingresos, México a nivel mundial ocupa el quinto lugar, representando el 4% en la producción y comercialización del grano de café.

Con base en el registro del Padrón Nacional Cafetalero (PNC), el cultivo del café en México se desarrolla en 12 estados, 404 municipios, 4572 localidades, por 510544 productores y en 675258 hectáreas, destacando dentro de estos al estado de Puebla, quien representa el 21% de la producción a nivel nacional así, como al Municipio de Tlaola con una aportación del 3.5% de la producción a nivel Estatal (SIAP SAGARPA 2015), y la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla, donde el café representa la principal actividad agrícola de la región y la principal fuente de ingresos para los cafeticultores.

Aunado a lo anterior la presente investigación se centró en el diagnóstico de la producción y comercialización del café cultivado en la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla, identificando el número de productores existentes en la región, la superficie sembrada de cafetos, la capacidad productiva, el rendimiento de producción por hectárea cultivada y los ingresos económicos durante el periodo 2015.

Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación se realizó un análisis documental sobre los datos históricos existentes, relacionados con la producción y comercialización del grano de café en México, así, como la aplicación de una encuesta a una muestra poblacional de los productores del grano de café de la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla, la cual permitió la obtención de datos verídicos sobre la producción y comercialización del café durante el periodo 2015.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación se realizó un análisis documental de la información existente sobre los índices de producción y comercialización del grano de café a nivel Nacional, Estatal y Municipal. Así, mismo se efectuó una investigación de campo, realizando el diseño y aplicación de encuestas a una muestra poblacional de los cafeticultores de la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla.

<sup>1</sup> Ing. Anahí Soto Picazo, estudiante de Maestría en Ingeniería Administrativa en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México. [amy-sp85@hotmail.com](mailto:amy-sp85@hotmail.com)

<sup>2</sup> M.A. Rosa Cortes Aguirre, docente de Económico Administrativo y en Posgrado de Ingeniería Económica en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México. [licda\\_rosa@yahoo.com.mx](mailto:licda_rosa@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> Dra. Alejandra Torres López, docente de Ingeniería Industrial y en Posgrado de Ingeniería Económica en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México. [atorreslo@hotmail.com](mailto:atorreslo@hotmail.com)

<sup>4</sup> M.A. Kathy Laura Vargas Matamoros, docente de Sistemas y comunicación y en Posgrado de Ingeniería Económica en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México. [posgradovargas@hotmail.com](mailto:posgradovargas@hotmail.com)

**PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CAFÉ A NIVEL NACIONAL, ESTATAL Y MUNICIPAL**  
*Clasificación y producción de café a Nivel Nacional (México)*

De acuerdo con los datos proporcionados por Café de México (2012), En México el café se cultiva en 12 estados: Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Colima, Jalisco, Querétaro y Tabasco. La época de recolección del café depende de la zona geográfica de cada estado, en el estado de Puebla inicia en el mes de octubre y concluye en el mes de marzo del siguiente año.

En México existen diversos tipos de café los cuales se encuentran clasificados en tres grupos principales: Variedades tradicionales, variedades mejoradas e Híbridos resistentes a la roya; dentro de las variedades tradicionales se encuentra el café de tipo Typica, Bourbon, Mundo Novo y Caturra; las variedades mejoradas se componen de Pacamara, Pluma, Hidalgo y Garnica; dentro del grupo de Híbridos resistentes a la roya se encuentra el café Colombia, Costa Rica, azteca, Catimores y otros.

En el gráfico 1, se identifica que en el periodo 2014 México presento una superficie de 737,376.45 hectáreas sembradas de cafeto, de las cuales se cosecharon 699,307.33 hectáreas, con una producción de 1,166,025.82 toneladas de café cereza, obteniendo un ingreso de \$5,593,948.47 (SAGARPA 2015).

*Gráfico 1: Producción Nacional de café (2014)*



*Fuente: Elaboración propia con datos estriados de: (SAGARPA 2015) Producción Estatal de café (Puebla)*

La producción del grano de café en el estado de Puebla representa el 21% de la producción nacional centrada en las regiones de Zacatlán, Huauchinango, Xicoteppec, Sierra Negra, Zapotitlán, Cuetzalan y Teziutlán y 55 municipios, destacando dentro de estos al Municipio de Tlaola.

Como se muestra en el gráfico 2, en el periodo 2014 el estado de Puebla obtuvo una superficie sembrada de cafeto de 73,201.50 hectáreas, con una superficie cosechada de 56,145.66 hectáreas y una producción de 148,900.46 toneladas de café, logrando con ello un ingreso de \$ 736,661.19. (Plan de Innovación de la Cafecultura en el Estado de Puebla 2011)

Gráfico 2: Producción Estatal de café (Puebla-2014)



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de: (Plan de Innovación de la Caficultura en el Estado de Puebla 2011).

*Producción municipal de café (Tlaola 2014).*

Tlaola es un Municipio ubicado en la Sierra Norte del Estado de Puebla, constituido por 29 localidades, dedicadas al cultivo del grano de café como actividad primaria, dentro de las principales comunidades dedicadas a la caficultura se encuentran Sochinanacatlan representando el primer lugar de producción de café a nivel municipal, Cuamila ubicada en el segundo lugar y la localidad de Tlaltepango, la cual se ubica en el tercer lugar representando el 13.64% de la población productora del grano de café a nivel municipal. A nivel estatal el Municipio tiene una participación del 3.5% de la producción del grano de café (SIAP 2015).

Tal y como se observa en el gráfico 3, en el periodo 2014 el Municipio de Tlaola presento una superficie sembrada de 2,562 hectáreas, de las cuales solo se cultivaron 1392 hectáreas, obteniendo de estas una producción de 5,846.40 toneladas de café y se obtuvo un ingreso de \$27,611.32.

Gráfico 3: Producción Municipal de café (2014)



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de (SAGARPA 2015)

**PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL CAFÉ EN TLALTEPANGO, TLAOLA, PUEBLA**

*Producción Local (Tlaltepango, Tlaola, Puebla)*

Tlaltepango es una localidad ubicada en la Sierra Norte del estado de Puebla y dentro de la jurisdicción del Municipio de Tlaola, para esta localidad el cultivo de café representa su principal actividad agrícola y fuente de ingresos, ya que el 85% de la población depende de esta actividad para el sustento de sus vidas.

Basándose en los resultados obtenidos mediante la aplicación de encuestas preliminares a una muestra poblacional de caficultores de esta región, se obtuvo que, el 100% de los productores cultiva café caturra, el 45%

cuenta con una superficie sembrada de 0.5 a 1 hectárea de cafeto, el 50% cuenta con una superficie de 2 a 3 hectáreas y solo es 5% de los cafeticultores de esta localidad cuenta con una superficie sembrada de cafetos mayor a 4 hectáreas.

Con relación al gráfico 4, la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla, en el periodo 2014-2015 presento una superficie sembrada de cafetos de 37.5 hectáreas, obteniendo de estas una producción de café cereza de 104 toneladas, presentando un rendimiento de 2.8 toneladas de café por hectárea cultivada, con un valor promedio de \$9.1 por cada kilo de café ofertado, alcanzando un valor de la producción de \$946, 400 pesos durante este período.

Gráfico 4: Producción Local de café periodo (2014-2015)



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos mediante la aplicación de encuestas a una muestra poblacional (2016)

Siguiendo el gráfico 5, se puede observar que de acuerdo a los datos obtenidos de la encuesta aplicada a los cafeticultores de la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla, el 15% tienen una producción de café orgánico, es decir, no utilizan químicos ni insecticidas para el mantenimiento de los cafetos, el 75% de ellos cultivan café convencional, por lo que se puede identificar que la mayoría de los cafeticultores de esta región realiza actividades convencionales para mantener la producción de café, de la misma manera se identifica que el 10% de los productores produce café de sombra.

Gráfico 5: Clasificación del tipo de cultivo de café



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos mediante la aplicación de encuestas a una muestra poblacional (2016)

Haciendo referencia al Gráfico 6, se puede observar que la comercialización del café producido en la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla se oferta de dos formas, (café cereza y café pergamino), siendo la venta de

café cereza el que centra el mayor porcentaje de oferta, aproximadamente el 85%; tan solo el 15% de los productores efectúa la venta del café que cultiva de las dos formas, en grano cereza y en pergamino.

Gráfico 6: Clasificación de la oferta del café



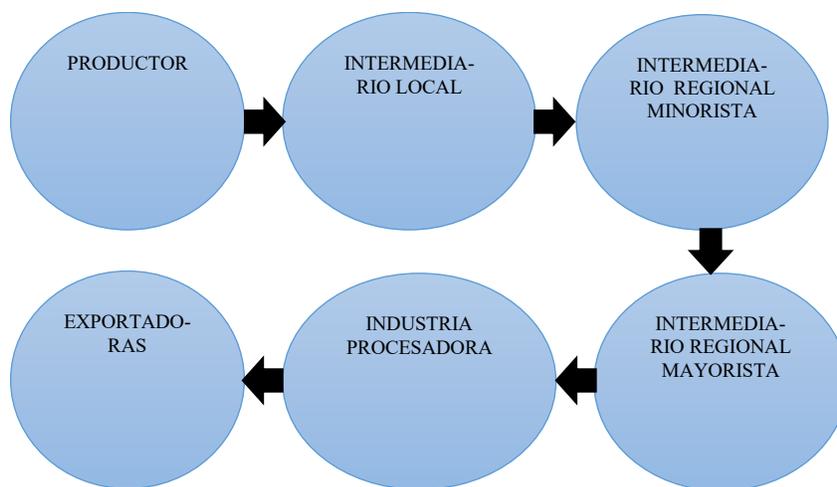
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos mediante la aplicación de encuestas a una muestra poblacional (2016)

#### Canal de comercialización

De acuerdo con el diagnóstico realizado en la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla y derivado de la información extraída de las encuestas aplicadas a una muestra poblacional de los cafecultores de esta región, se identificó que el 100% de los cafetaleros llevan a cabo la oferta del café que producen mediante el modelo convencional.

Siguiendo la ilustración 1, se puede identificar que para que el café llegue al consumidor final tiene que pasar por seis intermediarios, en primer lugar, se encuentra el productor, en segundo lugar, intermediario local, en tercer lugar, intermediarios regionales minoristas, en cuarto lugar, intermediarios regionales mayoristas, en quinto lugar, las industrias y en el sexto lugar las exportadoras.

Ilustración 1: Modelo del canal de comercialización



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

El café en México, representa la segunda actividad económica para el país, y la principal actividad agroindustrial, representando el quinto lugar en la producción a nivel mundial, sin embargo se identifica que durante el año 2014 el valor promedio por cada kilo de café ofertado fue de tan solo de \$4.8, siendo este casi proporcional al costo de producción.

La producción de café en la localidad de Tlaltepango es considerada como una producción de excelente calidad, esto debido a que se encuentra ubicada a 1300 metros de latitud sobre el nivel del mar permitiendo con ello que el grano de café cultivado presente un alto grado de rendimiento, volumen adecuado y excelente olor y sabor.

Con relación al canal de comercialización que se utiliza en Tlaltepango para llevar a cabo la oferta de café, ha generado que los productores reciban un precio muy bajo por cada kilo de café que se vende ya que la existencia de diversos intermediarios conlleva a que estos se vayan quedando con una parte proporcional con relación al precio cotizado en la Bolsa de Nueva York.

Tlaltepango cuenta con una importante oportunidad para llevar a cabo el comercio del café a través de un modelo alternativo al convencional, ya que posee altos niveles de rendimiento, aunado a ello el café orgánico. El incremento de mayores hectáreas a la producción orgánica de café debe ser una acción prioritaria para los cafecultores de esta región.

En la localidad de Tlaltepango, Tlaola, Puebla, deben fomentarse una serie de alternativas estratégicas, que permitan al sector cafetalero incorporarse a un nuevo modelo de comercialización, como lo es el Comercio Justo.

## REFERENCIAS

FAO, (2015). Índice de producción del café. Consultado el 5 de septiembre de 2016 de <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>

Flores, F. La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas, "Revista Digital" Vol. IV, Núm. 7, Febrero 2015, consultada el 2 de septiembre de 2016 de: [http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/La\\_produccion\\_de\\_cafe\\_en\\_Mexico\\_ventana\\_de\\_oportunidad\\_para\\_el\\_sector\\_agricola\\_de\\_Chiapas.php](http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/La_produccion_de_cafe_en_Mexico_ventana_de_oportunidad_para_el_sector_agricola_de_Chiapas.php)

Plan de innovación de la Cafecultura en el estado de Puebla, (2011). Estrategia de Innovación hacia la Competitividad en la Cafecultura Mexicana, consultado el 6 de septiembre de 2016 de: <http://documents.mx/documents/plan-de-innovacion-nacional-estrategia-de-cafe.html>

SAGARPA, (2015). [www.gob.mx/sagarpa](http://www.gob.mx/sagarpa)

SIAP (2014). Sistemas Producto Café. Descripción consultada el 5 de septiembre de 2016 en <http://w4.siap.gob.mx/sispro/portales/agricolas/cafe/Descripcion.pdf>

# Algoritmo para sexar polluelos de un día de edad aplicando patrones morfométricos y análisis de imagen

Dr. Genaro Martin Soto Zarazúa<sup>1</sup>, MI. Axel Escamilla García<sup>2</sup>, Dr. Manuel Toledano Ayala<sup>3</sup> y MC. Abraham Gastéclum Barrios<sup>4</sup>

**Resumen— Hoy en día el análisis de imagen es una herramienta ampliamente utilizada en diferentes sectores de la industria, en el caso del sector avícola se ha estado utilizando para procesos de calidad; sin embargo, dentro de las actividades de la industria de pollos de engorde y ponedoras, el sexado de los pollos de un día de edad es de los procesos más importantes, se requiere una mano de obra especializada para esta tarea e incurre en tiempos muy largos de capacitación y altos costos. Este trabajo propone un algoritmo para el sexado a través de análisis de imagen para la identificación y selección de patrones morfométricos presentes en las plumas primarias y secundarias del ala de los pollos de un día de edad, facilitando la clasificación de los mismos y asegurando la precisión del proceso en menor tiempo.**

**Palabras clave: Sexado de polluelos, Patrones morfométricos, Visión por computadora**

## Introducción

La industria de aves de corral ha presentado durante un largo periodo de tiempo un alto crecimiento, siendo esta cerca del 5% anualmente, en gran medida por ser uno de los tipos de carne que más consumo tiene (Somsen et al., 2004; Gerber et al, 2007), donde la producción de carne en comparación con la producción de huevo es mayor (Yegani, 2009). Con la constante presión de satisfacer la demanda se ha visto la necesidad de buscar nuevas tecnologías, métodos y operaciones más eficientes en la producción, procesamiento y comercialización de pollos de corral para asegurar un suministro constante (Ketelaars et al., 1982). Dentro de los procesos del sector avícola que permiten aumentar la productividad está la efectividad del proceso de selección entre pollo macho y hembra, sobre todo para la industria del huevo comercial donde el interés está en la identificación de las ponedoras ya que el pollo macho no tiene valor comercial, sin embargo, para el caso de los pollos de engorde a menudo también son sexados (Glatz, 2013). Es por ello que se han realizado grandes esfuerzos de investigación teórico y prácticos para detectar el sexo de los pollos de un día de edad.

Anteriormente se utilizaban tres métodos en la determinación del sexo, el apareamiento cruzado vinculados con el sexo, el autosexado por medio de razas o variedades como el sexado a través de la pluma, y el de cloaca (Taylor, 1949). Hoy en día tanto para la industria de engorde como para la de ponedoras, los métodos que más se utilizan son los que se basan en la determinación de diferencias anatómicas como lo son el de la cloaca o método japonés, y el sexado a través de las plumas primarias y secundarias del ala de los pollitos (Jones et al., 1991). Cabe mencionar que, aunque se han propuesto otros métodos de sexado que se realizan a través de la detección de estrógenos en comparación con andrógenos en huevos incubados, el análisis citogenético microscópico de cromosomas, la ecografía *in ovo*, el latido de corazón del embrión y la variación de la temperatura durante la incubación, estos requieren material y mano de obra especializada, siendo poco práctico y económico para su uso en la industria (Yilmaz-Dikmen et al., 2013). Siendo el método a través de las plumas del ala el más fácil de realizar (Jones et al., 1991) y con mayor potencial para el desarrollo de nuevas tecnologías que hagan esta tarea con mayor precisión. El sexado por medio de las plumas del ala se realiza gracias al gen de crecimiento lento ligado al sexo (K) y al de crecimiento rápido (K+), es decir, los genes son los responsables de la tasa de crecimiento de las plumas en los polluelos. Para el caso de los pollos hembra el crecimiento de las plumas primarias es más rápido que la de las secundarias, y para el pollo macho las plumas primarias por lo general tienden a ser más cortas que las secundarias debido a un crecimiento más lento o llegar a ser casi de la misma longitud (Wilson et al., 2001; Dakpogan et al. 2012; FAD PReP, 2013; Khosravinia y Manafi, 2016).

El método de sexado por plumas y el de cloaca se realiza por expertos, además es un proceso manual que conlleva una capacitación extenuante que al cabo de cierto tiempo puede presentarse cansancio por la monotonía de ésta actividad y por ende la precisión del sexador puede verse afectada (Kim et al., 2015). Es por ello que el objetivo

<sup>1</sup> El Dr. Genaro Martin Soto Zarazúa es profesor investigador en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. soto\_zarazua@yahoo.com.mx (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El MI. Axel Escamilla García es investigador adjunto en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. escamilla1414@gmail.com

<sup>3</sup> El Dr. Manuel Toledano Ayala es profesor investigador en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. toledano@uaq.mx

<sup>4</sup> El MC. Abraham Gastéclum Barrios es Director General de Ecoagronegocios S. de R.L. de C.V. contacto@ecoagronegocios.mx

de este trabajo es presentar una nueva propuesta de un algoritmo que identifica los patrones morfométricos en las plumas del ala de los pollos con un día de edad para determinar el sexo a través de análisis de imagen.

### **Análisis de Imagen en el sexado de pollos de un día de edad**

El análisis de imagen es una disciplina que estudia teorías, técnicas y herramientas relacionadas con el análisis de datos sensoriales, generando descripciones simbólicas de esos datos para poder realizar conclusiones, es decir, es un procedimiento que tiene como objetivo procesar, identificar e interpretar automática o semiautomática los aspectos más importantes presentes en una imagen digitalizada. Además, se puede considerar que el procesamiento digital de imágenes está dentro del concepto de análisis de imágenes, siendo éste una de las etapas principales de los sistemas de visión por computadora (Rodríguez Morales y Sossa Azuela, 2012).

La visión por computadora se ha convertido en una tecnología prometedora para los procesos de producción, dado que la mayoría de las tareas de inspección son muy repetitivas, monótonas, y su eficacia depende de la eficiencia de los inspectores. En el sector avícola existen muchos factores presentes en las aves, como el tamaño, dimensiones, orientación, forma, color y textura a tener en cuenta para su aplicación, es por ello que, en el ámbito industrial, las actividades de inspección y/o selección se deben de llevar a cabo mediante la medición y comparación de la geometría espacial con patrones conocidos, es decir, patrones de reconocimiento espaciales (Park et al., 2002). Actualmente se han investigado ciertas aplicaciones de esta tecnología como en la detección de fertilidad de los huevos para incubar y en la identificación de partes del cuerpo de los pollos de corral en la línea de procesamiento, sin embargo, el proceso de análisis de este tipo de imágenes requiere de tareas computacionales intensivas, por lo tanto, resulta propicio la utilización de las propiedades intrínsecas del objeto (Park et al., 1998) también conocidas como morfométricas (Park et al., 1998). El sistema de visión por computadora por lo regular está constituido por una fuente de luz, una cámara y software para el procesamiento y análisis de imágenes, donde la visión por computadora no sólo se limita a imágenes en color donde las escenas se analizan en el rango visible (VIS), sino también, son capaces de inspeccionar objetos en la luz imperceptible para los seres humanos tales como la luz ultravioleta (UV), la de infrarrojo cercano (NIR) e infrarroja (IR) (ElMasry y Nakauchi, 2016).

Uno de los pasos más importantes en la aplicación de la visión por computadora y análisis de imagen es la segmentación de la imagen. La cual consiste en la clasificación en diferentes partes de una imagen y su correspondiente separación en diferentes regiones, siendo la umbralización una de las técnicas de segmentación más utilizadas, ya que permite un espacio de almacenamiento más pequeño, un rápido procesamiento y facilidad en la manipulación (Chakrawarty y Bhatnagar, 2016), además de tener varias aplicaciones, tales como la mejora de imagen, reconocimiento de formas, reconocimiento de textos y detección de objetos (Xiao et al., 2014). En el proceso de umbralización de la imagen se selecciona un valor umbral y debido a que la umbralización puede convertir las imágenes en escala de grises en valores binarios los píxeles en la imagen se clasifican en fondo u objetos de acuerdo a sus valores (Guo et al., 2014).

#### ***Algoritmo para sexar pollos de un día de edad***

Como se ha mencionado, el método de sexado es muy importante en los procesos del sector avícola, específicamente para la industria de pollos de engorde y ponedoras, además el análisis de imagen como una herramienta para identificar el sexo de los pollos de un día de edad es una propuesta interesante, ya que las ventajas de un sistema de visión por computadora permitirían aumentar la eficiencia dentro de los procesos de este sector. Sin embargo, la técnica de segmentación de imagen para el correcto sexado de los pollos se verá influenciada por el método de sexado que se pretenda utilizar. Es por ello que la intención de este documento es la propuesta de un algoritmo para sexar pollos mediante las plumas del ala, con el fin de determinar los patrones diferenciadores morfométricos de acuerdo al sexo de los pollos con un día de edad. Para la segmentación de imagen se propone utilizar una umbralización automática a través del método de Otsu, donde el umbral es considerado como el valor que permite la separación de la imagen en dos clases  $C_0$  y  $C_1$ , es decir, el objeto y el fondo (Pai et al., 2010), buscando maximizar el cociente entre la varianza entre clases  $\sigma_B^2$  (ecuación 1) con respecto a la varianza dentro de las clases  $\sigma_w^2$  (ecuación 2), mientras mayor sea la varianza entre las clases y menor la varianza dentro de ellas, mejor será la discriminación entre los grupos presentes (Rodríguez Morales y Sossa Azuela, 2012), mostrado en la ecuación 3. Para el caso del sexado de los pollos este método de umbralización es muy útil para poder analizar las plumas primarias y secundarias del ala, ya que permite distinguir las del resto del plumaje.

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 \quad (1)$$

$$\sigma_w^2 = \omega_0\sigma_0 + \omega_1 \quad (2)$$

$$\eta = \max \frac{\sigma_B^2}{\sigma_W^2} \quad (3)$$

Donde:

- $\sigma_W^2$ : Varianza dentro de las clases
- $\sigma_0$ : Varianza de la clase de objeto
- $\sigma_1$ : Varianza de la de clase de fondo
- $\omega_0$ : Probabilidad de la clase de objeto
- $\omega_1$ : Probabilidad de la clase de fondo
- $\mu_0$ : Escala de gris promedio del objeto
- $\mu_1$ : Escala de gris promedio del fondo
- $\mu_T$ : Escala de gris promedio de la imagen completa

El algoritmo extrae la información necesaria para el sexado de los pollos de un día de edad utilizando análisis de imagen, comienza con la captura de la imagen a través de una cámara sensible al espectro ultravioleta con el fin de facilitar el proceso de segmentación. Se segmenta la imagen a través de una operación de umbralización usando el método de Otsu. Posteriormente se extrae el esqueleto de la imagen y se recortan las zonas de interés. Finalmente se extraen las características y se clasifican. El software que se utilizó para el proceso de análisis de imagen fue MATLAB®. En la Figura 1 se puede apreciar un diagrama de flujo del proceso para el sexado de los polluelos.

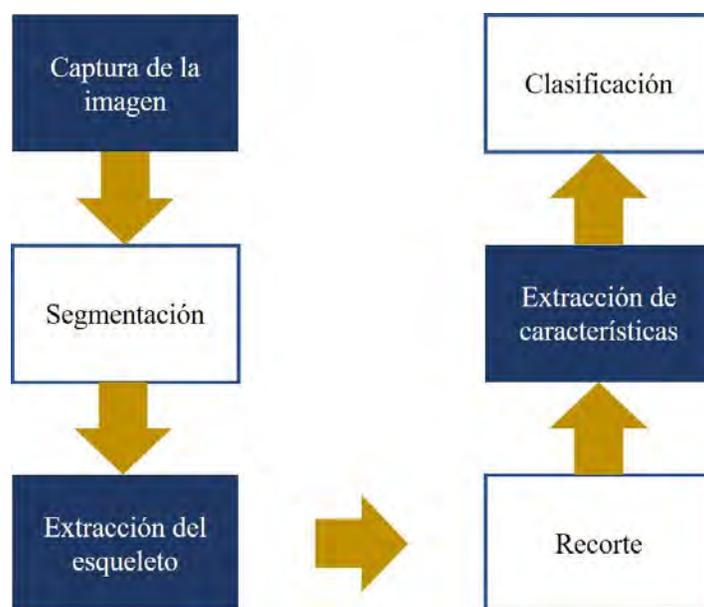


Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de sexado.

En el proceso de segmentación se obtiene una imagen binaria de la zona de interés, es decir, las plumas primarias y secundarias. Para la extracción del esqueleto se reducen las líneas de cada una de las plumas mediante operadores morfológicos que se obtienen de un algoritmo de adelgazamiento con una tendencia al infinito, con la finalidad de obtener líneas de un pixel de ancho, además, para asegurar que la línea sea constante se aplica otro operador morfológico llamado *bridge* para reconstruir la imagen, sólo si se llegara a presentar el caso de que la línea se interrumpiera.

Una vez obtenidas las líneas se procede al conteo de objetos, donde se etiquetan las líneas para facilitar la caracterización de propiedades del ala que se calcula a partir del perímetro de cada línea. Para eliminar las espuelas que se pudieran formar en las puntas de las líneas se utiliza otro operador denominado *spur*. Finalmente se

determinan las coordenadas de los puntos máximos de cada una de las líneas que conforman las plumas primarias y secundarias del ala.

Procesada la imagen se prosigue con la determinación del patrón que se utilizará para el sexado de los pollos de un día de edad, el cual se basa en el crecimiento rápido de las plumas primarias con respecto las secundarias de los pollos hembra y el crecimiento lento de las plumas primarias con respecto las secundarias del pollo macho. Las características que se proponen son la media de la diferencia de longitud en pixeles entre las plumas primarias y secundarias de los polluelos macho y hembra respectivamente (ecuación 6), y el área en pixeles (ecuación 8) formada al unir los puntos extremos de cada una de las plumas del ala del pollo (ecuación 7) y del punto máximo de la primera pluma con el punto máximo de la última pluma, como se puede observar en la Figura 2. Los puntos extremos se obtienen a través de un algoritmo que identifica las coordenadas (x, y) de cada extremo de las plumas, para facilidad de manejo de datos solo se consideran las coordenadas y.

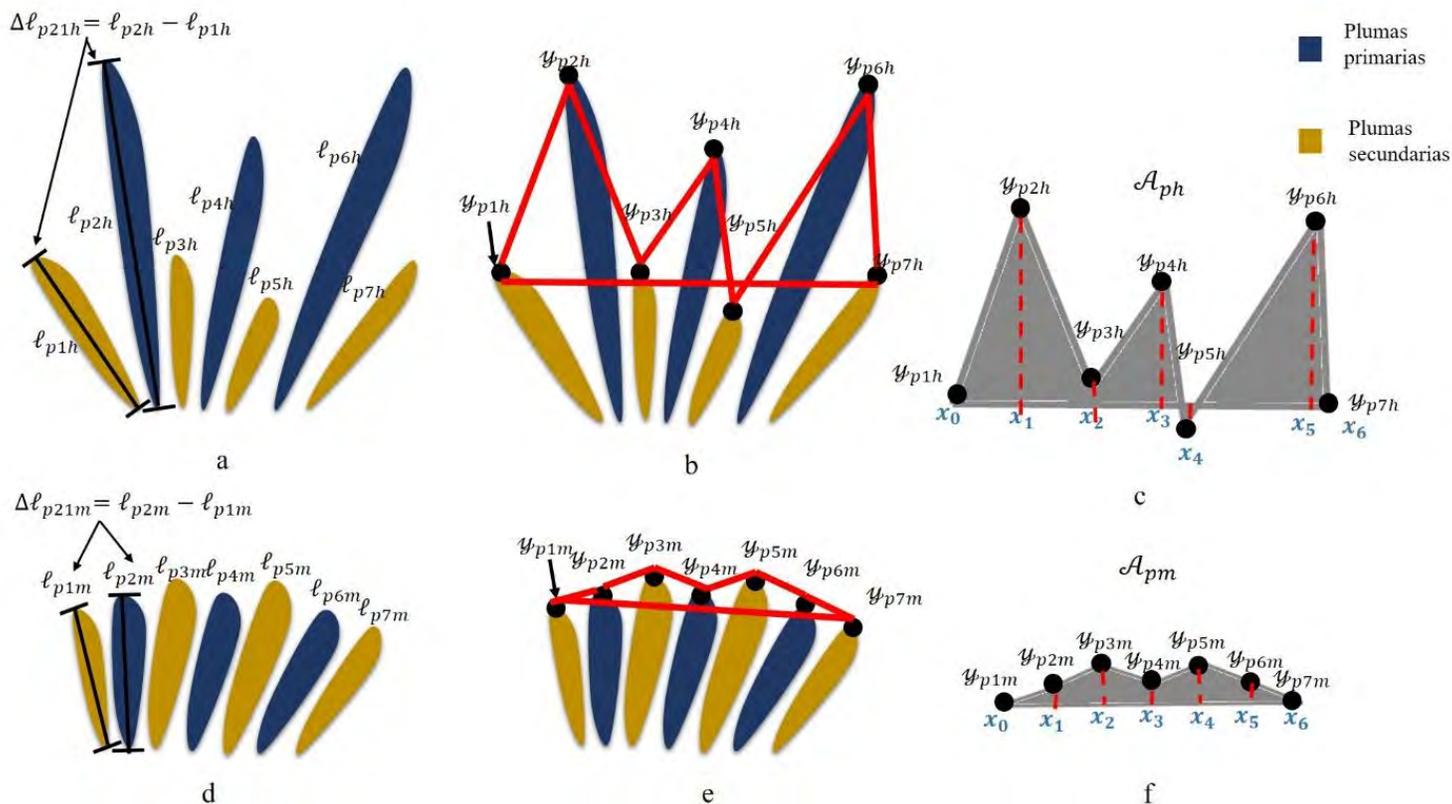


Figura 2. Determinación del área en pixeles formada a través de las plumas en pollos de un día de edad.  
 a Longitud en pixeles de las plumas primarias y secundarias del ala del pollo hembra de un día de edad ( $\ell_{pnh}$ )  
 b Representación del proceso para sacar el área que se forma al unir los puntos máximos de las plumas primarias y secundarias del pollo hembra de un día de edad ( $y_{pnh}$ )  
 c Área total en pixeles del ala del pollo hembra de un día de edad ( $A_{ph}$ )  
 d Longitud en pixeles de las plumas primarias y secundarias del ala del pollo macho de un día de edad ( $\ell_{pnm}$ )  
 e Representación del proceso para sacar el área que se forma al unir los puntos máximos de las plumas primarias y secundarias del pollo macho de un día de edad ( $y_{pnh}$ )  
 f Área total en pixeles del ala del pollo macho de un día de edad ( $A_{pm}$ )

La longitud de las plumas primarias y secundarias esta expresada por (4), donde  $\ell_{pnh}$  representa la longitud en pixeles de la pluma “n” del pollo hembra, y  $\ell_{pnm}$  es la longitud en pixeles de la pluma “n” del pollo macho; siendo “n” el número de la pluma del ala del polluelo.

$$\ell = \begin{cases} \ell_{pnh} \\ \ell_{pnm} \end{cases} \quad (4)$$

La diferencia de longitud en pixeles entre las plumas primarias y secundarias de los pollos macho y hembra se calcula restando la longitud de la pluma primaria o secundaria  $\ell_{p_{n+1}}$  con  $\ell_{p_n}$ , el resultado será la diferencia de longitud en pixeles en valor absoluto.

$$\Delta\ell_{p_{ji}} = \begin{cases} |\Delta\ell_{p_{jih}}| = \ell_{p_{n+1}h} - \ell_{p_nh} \\ |\Delta\ell_{p_{jim}}| = \ell_{p_{n+1}m} - \ell_{p_nm} \end{cases} \quad (5)$$

$i = n$   
 $j = n+1$

Con  $\Delta\ell_{p_{ji}}$  de cada pareja formada por las plumas primarias y secundarias se obtiene la media de las diferencias de las longitudes de las plumas del ala del pollo hembra y macho, expresado por:

$$m\Delta\ell = \begin{cases} m\Delta\ell_h = \frac{|\Delta\ell_{p_{21}h}| + |\Delta\ell_{p_{32}h}| + |\Delta\ell_{p_{43}h}| + \dots + |\Delta\ell_{p_{ji}h}|}{N} \\ m\Delta\ell_m = \frac{|\Delta\ell_{p_{21}m}| + |\Delta\ell_{p_{32}m}| + |\Delta\ell_{p_{43}m}| + \dots + |\Delta\ell_{p_{ji}m}|}{N} \end{cases} \quad (6)$$

$i = n$   
 $j = n+1$

N= número total de plumas primarias y secundarias en el ala del polluelo

Los puntos máximos son las coordenadas en pixeles de “y” de las puntas de las plumas primarias y secundarias, donde:

$$y = \begin{cases} y_{pnh} \\ y_{pnm} \end{cases} \quad (7)$$

Por lo tanto, el área resultante de la unión de cada uno de los puntos máximos de las plumas se calcula a través de integrales definidas de funciones lineales a trozos, dada por (8).

$$A_p = \int_{x_0}^{x_n} f(x)dx \quad (8)$$

Dada la función

$$f(x) = \begin{cases} f_1(x); & \text{si } x_0 < x \leq x_1 \\ f_2(x); & \text{si } x_1 < x \leq x_2 \\ f_3(x); & \text{si } x_2 < x \leq x_3 \\ f_4(x); & \text{si } x_3 < x \leq x_4 \\ f_5(x); & \text{si } x_4 < x \leq x_5 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ f_n(x); & \text{si } x_{n-1} < x \leq x_n \end{cases}$$

Donde:

$$A_p = \begin{cases} A_{ph} \\ A_{pm} \end{cases} \quad (9)$$

Con el área en pixeles y la media de la diferencia de longitud en pixeles entre las plumas primarias y secundarias de los polluelos macho y hembra, se procede al sexado el cual se basa en parámetros obtenidos de un análisis discriminante. Donde a través de una prueba F entre las desviaciones estándar de las medias de  $m\Delta l_h$  y  $m\Delta l_m$ , y  $A_{ph}$  y  $A_{pm}$  se puede verificar si las variables son significativamente distintas y, además con una prueba t de Student para muestras independientes corroborar si los valores tienen un comportamiento normal.

### Conclusiones

El análisis de imagen en el sector avícola es ampliamente utilizado, sin embargo, en la industria de los pollos de engorde y ponedoras esta herramienta es utilizada para aspectos de calidad del producto, donde en ambos casos es muy importante el proceso de sexado, actividad la cual se sigue realizando a través de sexadores expertos que requieren una extenuante capacitación. Un sistema de visión por computadora para el sexado de los pollos es una alternativa muy atractiva para la industria. Permite una manipulación mínima de los pollos recién salidos del huevo evitando daños considerables en la clasificación en comparación del método de cloaca o a través de las plumas, que se realiza manualmente. Además, la precisión en el sexado no se vería afectada a causa del tiempo y la monotonía, las cuales influyen directamente en los sexadores. La capacitación de sexadores aún sigue siendo un costo considerable en el sector, ya que se necesita una cantidad considerable de mano de obra para la cantidad de pollos procesados y una alta precisión en el proceso, donde el sexado por medio de análisis de imagen permite la automatización de esta actividad ahorrando los costos de mano de obra y de capacitación.

El algoritmo propuesto se basa en la identificación de características morfométricas tales como la diferencia entre longitudes en pixeles de las plumas primarias y secundarias, y el área en pixeles formada a través de los puntos máximos de las plumas, permitiendo un sexado que se puede realizar a través de diferentes técnicas como el análisis discriminante o análisis entre varianzas otorgando diferentes maneras de utilizar las variables, ya que se basan en el gen de crecimiento ligado al sexo de los pollos. En un sistema de visión por computadora el algoritmo que se presenta realizaría un sexado rápido y preciso, además al basarse en características morfométricas permite que el proceso de captura de imagen pueda hacerse a través de diferentes cámaras digitales, desde cámaras económicas hasta el uso de cámaras más especializadas como las UV que facilitarían el proceso de segmentación.

Además de las características morfométricas, sería interesante identificar otro tipo de variables como las densitométricas, con la finalidad de utilizarlas también como patrones y características de referencia para el sexado de los pollos, donde un análisis discriminante entre estas variables ayudaría a aumentar la precisión en el proceso de sexado.

### Referencias

- Chakrawarty, P. y Bhatnagar, G. 2016. Image thresholding based on local activity feature matrix. *Optik*. 127, 9037-9045.
- Dakpogan, H.B., Salifou, S., Aboh, A. y Chrysostome, C. 2012. Effectiveness of a sexing technique on free-range day-old chick. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 16 (2), 2336-2342.
- ElMasry, G.M. y Nakauchi, S. 2016. Image analysis operations applied to hyperspectral images for non-invasive sensing of food quality-A comprehensive review. *Biosystems Engineering*. 142, 53-82.
- Foreign Animal Disease Preparedness & Response Plan (FAD PReP). 2013. Poultry Industry Manual. USDA & Center for Food Security and Public Health, Iowa State University of Science and Technology, College of Veterinary Medicine.
- Glatz, P. 2013. Alojamiento y manejo de las aves de corral en los países en desarrollo: Incubación y eclosión. En *Revisión del desarrollo avícola* (31-33). FAO.
- Guo, Y., Şengür, A. y Ye, J. 2014. A novel image thresholding algorithm based on neutrosophic similarity score. *Measurement*. 58, 175-186.
- Jones, P.T., Shearer, S.A. & Gates, R.S. 1991. Edge extraction algorithm for feather sexing poultry chicks. *American Society of Agricultural Engineers*. 34 (2), 635-640.

- Ketelaars, E.H., Flock, D.K. & Horn, P. 1982. Poultry. *Livestock Production Science*. 9, 197-215.
- Khosravinia, H. & Manaf, M. 2016. Broiler chicks with slow-feathering (K) or rapid-feathering (k+) genes: Effects of environmental stressors on physiological adaptive indicators up to 56 h posthatch. *Poultry Science*. 0, 1-7.
- Kim, S.W., Choi, J.S., Sharma, N., Ko, Y.G., Do, Y.J., Byun, M., Seong, H.H., Park, S.B. y Jeong, D.K. 2015. A novel approach for determination of chicken sexing at an early stage of development by using loop-mediated isothermal amplification method. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 39, 583-588.
- Pai, Y.T., Chang, Y.F. y Ruan, S.J. 2010. Adaptive thresholding algorithm: Efficient computation technique based on intelligent block detection for degraded document images. *Pattern Recognition*. 43, 3177-3187.
- Park, B., Chen, Y.R. y Nguyen, M. 1998. Multi-spectral Image Analysis using Neural Network Algorithm for Inspection of Poultry Carcasses. *J. agric. Engng Res*. 69, 351-363.
- Park, B., Lawrence, K.C., Windham, W.R., Chen Y.R. y Chao, K. 2002. Discriminant analysis of dual-wavelength spectral images for classifying poultry carcasses. *Computers and electronics in agriculture*. 33, 219-231.
- Rodríguez Morales, R. y Sossa Azuela, J.H. 2012. *Procesamiento y Análisis Digital de Imágenes*. México D.F.: Alfaomega, 19-33.
- Somsen, D., Capelle, A. y Tramper, J. 2004. Production yield analysis in the poultry processing industry. *Journal of Food Engineering*. 65, 479-487.
- Taylor, L.W. 1949. Sexing of Poultry accurate identification at hatching possible by visible effects of heritable characters. *California Agriculture*. 3(11), 6-14.
- Wilson, H.R., Mather, F.B. y García, J.C. Métodos de sexado en pollitos de un día de edad. Recuperado el 30 de Agosto del 2016 de: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/36-metodos\\_sexado\\_pollitos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/36-metodos_sexado_pollitos.pdf)
- Xiao, Y., Cao, Z. y Yuan, J. 2014. Entropic image thresholding base don GLGM histogram. *Pattern Recognition Letters*. 40, 47-55.
- Yegani, M. 2009. The future of poultry science: Student perspective. *Poultry Science*. 88, 1339-1342.
- Yilmaz-Dikmen, B. & Dikmen, S. 2013. A Morphometric Method of Sexing White Layer Eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 15 (3), 169-286.

# CARACTERIZACIÓN DE PLANTAS ORIGINARIAS DE MÉXICO Y SUS POSIBLES APLICACIONES COMO PRESERVADORES

M. Guadalupe Soto Zarazúa<sup>1</sup>, J. Fernando García Trejo<sup>2</sup>,  
M. Toledano Ayala<sup>3</sup> y G. Martín Soto Zarazúa<sup>4</sup>

**Resumen**— Las plantas de México, son ampliamente utilizadas tanto en la medicina tradicional como en la industria. La caracterización de éstas, permite su uso de manera consiente y amplía sus aplicaciones. En este trabajo se determinó el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, así como la capacidad antioxidante de seis plantas (orégano, tomillo, mejorana, laurel, clavo de olor y chilcuague) cultivadas en México, con el fin de utilizarlas para la formulación de soluciones preservadoras. El mayor contenido de flavonoides fue encontrado en el tomillo, seguido por el orégano, el laurel, la mejorana y el clavo. Se detectó una mínima cantidad de flavonoides en el chilcuague. La misma tendencia fue encontrada para el contenido de compuestos fenólicos. Los resultados mostraron una correlación inversamente proporcional entre flavonoides y capacidad antioxidante (excepto para el chilcuague). De esto se concluye que son otros constituyentes de las plantas, los que producen el efecto antioxidante.

## Introducción

Los polifenoles son compuestos que poseen anillos aromáticos con uno o más grupos hidroxilo. Estos compuestos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y juegan un papel muy importante en el desarrollo y supervivencia de las plantas (Dai y Mumper, 2010). Una extensa variedad de compuestos fenólicos son biosintetizados en diversas partes de las plantas, dentro de las que llevan a cabo una función específica, como el crecimiento y desarrollo normal de las plantas o la defensa contra de infecciones y heridas (Kähkönen et al., 1999).

Los polifenoles han adquirido mayor importancia e interés debido a sus efectos benéficos en la salud debido a sus propiedades como su capacidad antioxidante (CAO), su astringencia, amargura o su color (Dai y Mumper, 2010; Ozdal et al., 2013). Por ejemplo, los polifenoles pueden reaccionar bajo condiciones oxidantes con los grupos amino de las cadenas ramificadas de los péptidos, generando “cross-links” en las proteínas a través de enlaces de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas (Strauss and Gibson, 2004; Ozdal et al., 2013). En particular, esta propiedad puede ser beneficiosa no solo en el campo de la medicina, sino también en otras aplicaciones industriales donde es preciso aplicar agentes con estas cualidades. Por ello, los polifenoles podrían ser buenos candidatos como agentes de “cross-linking” en aplicaciones como la manufactura de biopolímeros para bioprótesis o la producción de geles estabilizados y coacervados de gelatina-pectina como ingredientes novedosos en la modificación de sistemas de alimentos (Han et al., 2003; Strauss and Gibson, 2004). De igual forma, pueden ser agentes preservadores, ya que mediante la precipitación de proteínas logran detener reacciones metabólicas en los tejidos, evitando su descomposición.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el contenido fenólico, flavonoides y CAO de seis especies vegetales que se han utilizado como plantas medicinales en México, al igual que otras especies de uso común en el país, conocidas por sus altos contenidos en compuesto fenólicos como ácidos fenólicos, taninos o flavonoides.

## Descripción del Método

Como materiales de estudio se utilizaron muestras de seis especies vegetales: orégano (*Origanum vulgare*), laurel (*Laurus nobilis*), mejorana (*Origanum majorana*), tomillo (*Thymus vulgaris*), clavo (*Syzygium aromaticum*) y chilcuague (*Heliopsis longipes*). Las plantas fueron secadas (a temperatura ambiente) y molidas finamente para tomar pequeñas muestras homogéneas. Para la extracción se pesó por triplicado 1 gramo de cada muestra, se adicionaron 5 ml de una solución de metanol: ácido fórmico: agua (80:2:18 v/v) y se homogenizó en el Vortex durante 30 segundos. Posteriormente, éstos se colocaron en un baño ultrasónico durante 30 minutos a temperatura ambiente. Pasado este tiempo, las muestras se centrifugaron a 9500 rpm por 10 minutos. El sobrenadante fue recuperado y el residuo sólido se sometió al mismo procedimiento de extracción. Los dos sobrenadantes se juntaron

<sup>1</sup> M.C. M. Guadalupe Soto Zarazúa químico analista en el laboratorio de bioingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

<sup>2</sup> El Dr. J. Fernando García Trejo es profesor investigador y responsable del laboratorio de bioingeniería de la Universidad autónoma de Querétaro.

<sup>3</sup> El Dr. M. Toledano Ayala es profesor investigador y jefe de investigación de posgrado de la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

<sup>4</sup> El Dr. G. Martín Soto Zarazúa es profesor investigador de la Facultad de ingeniería de la Universidad autónoma de Querétaro. (Autor corresponsal). agrobio\_25@hotmail.com

y se midió el volumen final; luego se filtraron con un acrodisco y se almacenaron en un tubo falcon (a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) hasta su uso.

#### *Cuantificación de fenoles totales*

Se mezclaron 180  $\mu\text{L}$  de extracto con 900  $\mu\text{L}$  de reactivo de Folin-Ciocalteu diluido 1:10 (en agua) y 720  $\mu\text{L}$  de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 7.5%. La mezcla se dejó en la oscuridad durante 2 horas y luego se leyó la absorbancia a 765 nm. Para realizar la curva de calibración, se utilizó una solución estándar de ácido gálico (0.1 mg/mL). El procedimiento se llevó a cabo por triplicado con tres repeticiones para cada una. Los resultados obtenidos fueron expresados en mg EAG (equivalentes de ácido gálico)/ g ps (peso seco).

#### *Cuantificación de flavonoides totales*

A 300  $\mu\text{l}$  de muestra se agregaron 120  $\mu\text{l}$  de agua destilada y 90  $\mu\text{l}$  de  $\text{NaNO}_2$  al 5%. Después de 5 minutos, se agregaron 90  $\mu\text{l}$  de  $\text{AlCl}_3$  al 10%; un minuto después, se adicionaron 600  $\mu\text{L}$  de  $\text{NaOH}$  1 M. La mezcla se diluyó con 720  $\mu\text{L}$  de agua destilada. Para realizar la curva de calibración, se utilizó una solución estándar de (+)-catequina (0.1 mg/mL). La absorbancia fue medida a 510 nm. El procedimiento se llevó a cabo por triplicado con tres repeticiones para cada una. Los resultados obtenidos fueron expresados en mg cat ((+)-catequina)/ g ps (peso seco).

#### *Estimación de la capacidad antioxidante*

La CAO de los extractos se evaluó utilizando los ensayos del radical libre DPPH y de la capacidad de reducción del ion férrico (FRAP) de acuerdo a el método descrito previamente (Corral-Aguayo et al., 2008). Los resultados obtenidos fueron expresados en mg ET (equivalentes de Trolox)/ g ps (peso seco).

#### *Análisis estadístico*

Los resultados obtenidos fueron expresados como el promedio de las mediciones (Media  $\pm$  desviación estándar). Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA de una vía). Para aquellas muestras que presentaron diferencia estadísticamente significativa, se empleó una prueba post-hoc (Tukey). Para denotar significancia se consideró un intervalo de confianza de 95%.

### **Resumen de resultados y discusión**

La abundancia de metabolitos secundarios de tipo fenólico cambia dependiendo de varios factores como el grado de madurez, las condiciones de cultivo y el estado general de la planta, como situaciones de estrés, sequía, etc. (Sellami et al., 2009; El Gharras, 2009). Las plantas estudiadas en este trabajo, fueron colectadas en la misma época. De igual forma, éstas se cultivaron en la zona semidesértica del noreste del estado de Guanajuato.

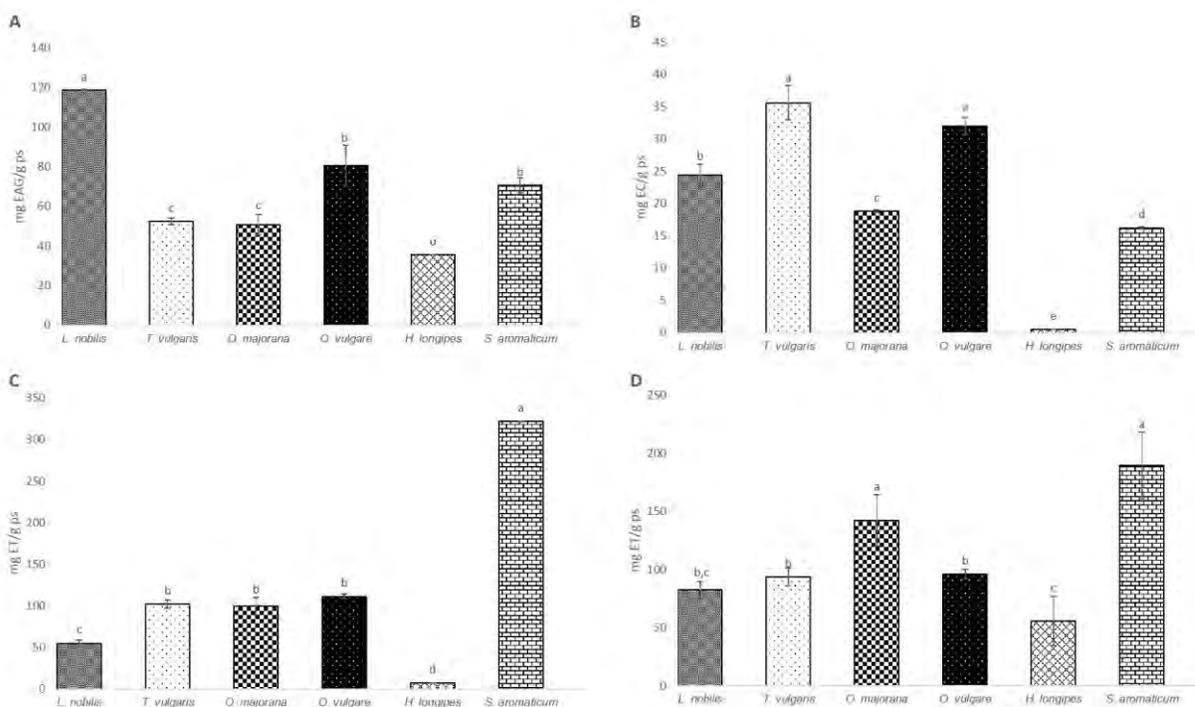
La Figura 1A muestra los resultados obtenidos de la cuantificación de compuestos fenólicos de las seis especies estudiadas. El laurel presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos (118.6 $\pm$ 0.11 mg EAG/g ps) seguido por el orégano y el clavo (80.45 $\pm$ 10.34 y 70.50 $\pm$ 3.76 mg EAG/g ps, respectivamente), los cuales no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre sí. El tomillo y la mejorana presentaron un menor contenido de compuestos fenólicos, no encontrándose diferencia estadística. Por su parte, el chilcuague tuvo el menor contenido de compuestos fenólicos (35.51 $\pm$ 0.09 mg EAG/g ps).

Respecto a la cuantificación de flavonoides (Figura 1B), fue posible observar una tendencia diferente a la esperada en función del contenido de fenólicos totales. El laurel, que tuvo el mayor contenido de fenólicos, presentó un menor contenido de flavonoides (24.09 $\pm$ 1.74 mg EC/g ps) que otras especies, como el tomillo y el orégano (35.54 $\pm$ 2.62 y 31.99 $\pm$ 1.31 mg EC/g ps). Esta diferencia refleja la existencia de otros compuestos de naturaleza fenólica, como ácidos fenólicos y otros compuestos con anillos aromáticos, y a todos aquellos compuestos capaces de reaccionar con el reactivo empleado. El chilcuague, por su parte, presentó un contenido de flavonoides muy bajo, lo que concuerda con su bajo contenido de compuestos fenólicos. Los flavonoides son compuestos fenólicos que presentan una reacción positiva en la prueba de fenólicos totales. Sin embargo, en la prueba de flavonoides, sólo se tiene una reacción positiva con aquellos flavonoides que presentan grupos hidroxilos en posiciones claves en los anillos aromáticos, donde se lleva a cabo la reacción de quelación. El contenido de flavonoides, es de suma importancia en la aplicación de estas especies vegetales como fuente de compuestos preservadores, ya que son los flavonoides los que tienen la capacidad de precipitar proteínas, evitando reacciones enzimáticas.

Por otro lado, la CAO indica la medida en la que una especie es capaz de evitar la oxidación de otras moléculas. En los polifenoles, la CAO está determinada por la estructura de los compuestos, principalmente por el número y posición de los grupos hidroxilos y por la naturaleza de los sustituyentes en el anillo aromático. En este trabajo, se emplearon dos métodos para la evaluación de la actividad antioxidante. El primero (FRAP), midió la capacidad de los extractos de llevar a cabo una reacción de reducción, mientras que el segundo (DPPH) determinó la capacidad de los compuestos presentes en la muestra, de neutralizar el radical libre DPPH $^{\bullet}$  por medio de la donación de un  $\text{H}^+$ . Los resultados encontrados mostraron una tendencia similar por los dos métodos. En ambos casos, el clavo presentó la mayor capacidad antioxidante. Por el método de FRAP (Figura 1C), la CAO del tomillo, orégano y mejorana fue muy similar (sin diferencia significativa) mientras que por el método del radical DPPH (Figura 1D), la mejorana

produjo valores mayores con respecto a los dos anteriores. En el chilcuague, la CAO encontrada fue mayor por el método del radical DPPH que por el método de FRAP. Esto sugiere que los componentes del extracto preparado con esta planta ejercen un efecto antioxidante por medio de reacciones de reducción, y no por neutralización de radicales. En contraste; el laurel, cuyo contenido de fenólicos fue el más alto, presentó (por ambos métodos) valores de CAO inferiores a los encontrados en las especies restantes, lo que refleja la acción antioxidante de especies de otra naturaleza química diferente a la de los polifenoles.

Los antioxidantes pueden llevar a cabo su acción mediante diversos mecanismo, los cuales van desde una reacción de oxidación, hasta aquellos mecanismos que implican una interacción con receptores celulares. Los antioxidantes tienen una gran diversidad estructural, pueden ser polifenoles (como los ácidos fenólicos, los flavonoides, los estilbenos, las chalconas, las antraquinonas, los lignanos, las coumarinas, etc), pigmentos (como las clorofilas o los carotenoides) e incluso minerales. En este trabajo, se evaluó la CAO de las seis plantas en cuestión. Como pudo observarse, los resultados no correlacionan de forma directa y proporcional con los contenidos de fenoles y flavonoides. Esto es debido principalmente a la presencia de antioxidantes cuya naturaleza química no es fenólica. Sin embargo, la CAO observada para estas especies vegetales refleja su gran potencial como agentes capaces de evitar procesos oxidativos. Esto a su vez, proporciona información básica útil en la aplicación de estos especímenes.



**Figura 1.** Contenido de Fenoles totales (A), flavonoides totales (B) y determinación de CAO por el método FRAP (C) y por el método del radical libre DPPH (D) de las seis especies estudiadas. Diferente letra sobre las barras indica diferencia estadísticamente significativa.

La mayoría de las especies estudiadas en este trabajo tienen un gran uso en la medicina tradicional y en la culinaria. Sus efectos curativos se deben a su alto contenido de compuestos bioactivos (donde los polifenoles son relevantes), mientras que en la cocina se emplean principalmente por sus aromas, los cuales son el reflejo de su alto contenido de compuestos volátiles.

Sin duda, la caracterización de estas especies cultivadas en México, proporciona información que sirve como base para el uso de estos materiales en la solución de problemáticas en diversas áreas de la ciencia. Diversos procesos industriales están siendo actualmente modificados mediante el uso de recursos de origen natural, con lo que se disminuye el uso de agentes tóxicos para el humano y dañinos para el ambiente. Un ejemplo de esto es la búsqueda de nuevos agentes fijadores que puedan sustituir al formaldehído en los procesos de preservación de tejidos. El uso de los polifenoles podría cubrir en gran medida esta necesidad, ya que éstos tienen la capacidad de

precipitar proteínas, con lo que se detienen las reacciones de degradación enzimáticas; tienen buenas propiedades antimicrobianas y antifúngicas, con lo que se evita la descomposición de los tejidos por acción de microorganismos; y por su efecto antioxidante, podrían ser capaces de evitar el deterioro de los tejidos por oxidación de moléculas. Con los resultados de este trabajo, es posible establecer una correlación entre el contenido de fenólicos y los efectos preservadores observados.

Por otro lado, los resultados de este trabajo también sirven como punto de partida en la evaluación de las condiciones de cultivo óptimo de estas plantas, para conseguir la mayor producción de sus metabolitos secundarios.

### Conclusiones

Las plantas de valor para la agricultura moderna ya no son únicamente aquellas que son utilizadas para la alimentación, forraje o la industria textil, sino que especies que presentan metabolitos secundarios de interés, han ido ganando importancia debido a sus aplicaciones en industrias como la farmacéutica, química; o por sus cualidades terapéuticas, aromáticas, antioxidantes, antimicrobianas, entre otras. Por ello, la determinación de los contenidos de metabolitos secundarios como los compuestos fenólicos en diversas fuentes vegetales permitirá establecer una correlación entre los constituyentes de la planta y el efecto que se obtenga en cualquier área donde se empleen.

### Recomendaciones

El contenido compuestos fenólicos es afectado por diversos factores, por lo que es importante que se realicen estudios que midan el efecto que cada uno de estos tiene sobre el contenido de estos compuestos. Asimismo, es importante establecer las condiciones y el estado de la planta que tenga el mayor contenido de estos compuestos y finalmente establecer los procedimientos que tengan los mejores rendimientos para su posterior uso en las diferentes industrias con un mejor índice costo-beneficio.

### Referencias

- Corral-Aguayo, R.D., Yahia, E.M., Carrillo-Lopez, A., González-Aguilar, G. "Correlation between Some Nutritional Components and the Total Antioxidant Capacity Measured with Six Different Assays in Eight Horticultural Crops," *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 56, 2008, 10498-10504.
- Dai, J. and Mumper, R.J. "Plant phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties," *Molecules*, Vol. 15, No. 10, 2010, 7313-7352.
- El Gharras, H. "Polyphenols: food sources, properties and applications – a review," *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 44, No. 12, 2009, 2512-2518.
- Han, B., Jauregui, J., Wei Tang, B. and Nimni, M.E. "Proanthocyanidin: A natural crosslinking reagent for stabilizing collagen matrices," *Journal of Biomedical Materials Research*, Vol. 65A, No. 1, 2003, 1552-4965.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen, M. "Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds," *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 47, No. 19, 1999, 3954-3962.
- Ozdal, T., Capanoglu, E. and Altay, F. "A review on protein-phenolic interactions and associated changes," *Food Research International*, Vol. 51, No. 2, 2013, 954-970.
- Sellami, I.H., Maamouri, E., Chahed, T., Wannes, W.A., Kchouk, M.E. and Marzouk, B. "Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.)," *Industrial Crops and Products*, Vol. 30, No. 3, 2009, 395-402.
- Strauss, G. and Gibson, S.M. "Plant phenolics as cross-linkers of gelatin gels and gelatin-based coacervates for use as food ingredients," *Food Hydrocolloids*, Vol. 18, No. 1, 2004, 81-89.

# VINCULACIÓN DE LA CIENCIA CON LA CREACIÓN DE NUEVAS EMPRESAS

MTRA. SANDRA LUCÍA TAPIA LÓPEZ<sup>1</sup>

**Resumen-** En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en la Escuela de Negocios InQba. (Instituto Superior de Negocios Entrepreneur, S.C.) En la presente investigación participaron 72 alumnos de 2º. Cuatrimestre y 68 del 5º. cuatrimestre de ambos sexos, con un rango de edad entre los 20 a 24 años de edad, en una conformación de 2 grupos de alumnos cada uno. El objetivo fue establecer pautas para un mejor desempeño profesional, ayudándoles a descubrir un sentido de vida claro y específico, promover la enseñanza del uso de un mejor manejo de sus emociones que coadyuven en su estabilidad emocional en su formación de emprendimiento y desarrollar su habilidad para toma de decisiones asertivas en un nivel globalizado y competitivo.

**Palabras clave-** Emprendimiento, innovación, investigación, desarrollo económico, vinculación.

## Introducción.

No cabe duda que la creación de nuevas empresas impacta positivamente en el desarrollo económico de un país, no sólo por el impacto financiero que se genera, sino también por el gran número de empleos que se crean y por el hecho de que un sector económico se auto emplea, es por ello que muchas estrategias de gobierno están dirigidas a fomentar una cultura de emprendimiento, sin embargo, otro elemento importante a considerar es el hecho del que no sólo hay que favorecer la actividad emprendedora, sino también lo es el buscar que las empresas permanezcan, pues un porcentaje mínimo es el que logra sobrevivir al primer año de vida de la empresa, ya que en México tenemos una incidencia muy alta al abandono del negocio.

Es por ello que el Gobierno busca proporcionar dentro de sus políticas públicas, elementos básicos a través de los cuáles los emprendedores puedan sentirse estimulados a la creación de empresas, como lo es capacitar a dichos emprendedores, generar una mayor estabilidad del mercado financiero, mejorar el mercado laboral, proporcionar una infraestructura física, comercial y legal para emprender y programas de financiamiento al emprendimiento. En este último aspecto, es que se ha abordado buscar el crecimiento de nuevas empresas basadas en la innovación, fomentando actividades cimentadas en el conocimiento, en la investigación y en el desarrollo de esquemas cada vez más eficientes. Pues es a través del conocimiento como se logra esta mejora en el uso de los recursos, desarrollando capacidades que potencialicen una sociedad con niveles de desarrollo y de bienestar, es por esto que se han vinculado procesos científicos con la creación de nuevas empresas.

Otro elemento importante a destacar es la vinculación de las universidades con los sectores productivos, en donde ambas partes se benefician ya que la Universidad como Centro de investigación, fortalece la formación de investigadores y recursos humanos capacitados, se posee infraestructura científica y tecnológica, posee especialistas y se tienen financiamientos alternativos, por otra parte, el Sector Productivo tiene la oportunidad de acceder a conocimientos técnicos y científicos a bajo costo, poco riesgo, tiene acceso a capacidades científico-tecnológicas que no posee, los conocimientos son requeridos para una aplicación práctica, tiene acceso para llevar adelante una estrategia innovadora a largo plazo que seguramente le beneficiará en un mediano o largo plazo.

Sin embargo, hoy tenemos una explosión de actividad emprendedora con el crecimiento del Internet y de la Tecnología de la información, pero el problema es que la tecnología es buena, sólo si se sabe utilizar además de que los negocios más exitosos serán aquellos que se basen en satisfacer la demanda del consumidor más que los que se basen en la tecnología, es por ello que resulta ser un gran reto el que los empresarios puedan ver la tecnología como una herramienta de negocio, ya que la tendencia hacia la creación de nuevas empresas se dirige más hacia bienes y servicios que a pesar de que llegan a tener una gran influencia en el conocimiento y desarrollo, pocas son las empresas que se basan en innovación tecnológica, y es importante reforzar esta área, para que las universidades e investigaciones tecnológicas se puedan consolidar mejor.

<sup>1</sup> sandraluciatapia@hotmail.com

De acuerdo a Jesús Casanova, Presidente de la Asociación Nacional de Centros Europeos de Innovación Españoles menciona que las razones por las cuáles principales tenemos déficits en la creación de empresas en innovación tecnológica, se debe a una pobre cultura emprendedora, débiles vínculos entre la actividad investigadora y el sector empresarial, bajos sueldos académicos, además de la insuficiencia de fondos para financiar las primeras etapas de desarrollo de investigaciones. Casanova menciona que adicionalmente a esto, por parte de la producción científica, existe desconocimiento de las demandas del mercado, y poco conocimiento de la gestión empresarial que vincule la investigación con la empresa (2008). Esto también nos muestra una realidad que vivimos en México, porque nunca hay que olvidar que si bien es cierto que al consumidor no le preocupa la tecnología, pero si demanda y consume cada vez más servicios ofrecidos por productos que aplican las nuevas tecnologías, es por ello que las ideas innovadoras que produce la tecnología servirán como oportunidades para satisfacer demandas del mercado, o incluso, crear nuevas necesidades como lo es el uso de la telefonía móvil, una vez que se van detectando vacíos o carencias en las personas y por ende en el mercado, para que se vean como la oportunidad para satisfacerlas, para que de esta forma los productos o servicios tecnológicos sean más rentables y pueda ser más viable sustentar los proyectos de innovación tecnológica.

Es relevante un verdadero trabajo conjunto entre el empresario y el investigador para que se integren conocimientos y experiencias que harán se genere una conexión y se puedan crear proyectos viables, rentables y que satisfagan realmente las necesidades del mercado, porque a pesar de que se han realizado varios esfuerzos en este ramo, considero que no han sido suficientes para enlazar estos dos grandes sectores productivos.

Es importante contemplar desarrollar emprendedores cada vez más preparados para hacer frente a esquemas de globalización mas competitivos y demandantes, tanto el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), y el CONACYT han establecido apoyos para el desarrollo de emprendedores, pero uno de los problemas que se han presentado es el poco panorama emprendedor, es decir, ha faltado una mayor visión para enfocar proyectos de negocios, un aspecto que nos lleva a estos esquemas de pensamiento, se debe a que vemos el emprendimiento como un desarrollo laboral, profesional o personal, perciben el emprender como un esquema para mejorar las condiciones económicas sociales.

Un punto más es el hecho de que el otorgamiento de los apoyos financieros se basa en una evaluación tecnológica, financiera y legal del proyecto de negocio, sin considerar el nivel de estabilidad emocional que tiene los solicitantes de dichos apoyos, esto es importante recalcar, porque muchos emprendedores pueden tener un alto margen de riesgo a fracasar en sus negocios, porque no cuentan con recursos personales de afrontamiento con los cuáles puedan hacer frente a los obstáculos y problemáticas que surgen en este ambiente de reto y que seguramente vivirán.

El perfil de un emprendedor está orientado a la motivación y al logro para diseñar estrategias de negocios realistas y a la vez original, para que sea capaz de ofrecer más de lo esperado, de ver a los problemas como una oportunidad de mejora, que tiene un alto compromiso, es líder y es resiliente, es decir, flexible y supera los obstáculos aprendiendo de ellos.

El problema es que son muy pocas las personas que pueden cubrir estos parámetros, la mayoría de deja abatir por el pesimismo y los conflictos, tiene un gran miedo a fracasar y a equivocarse, sin darse cuenta que son justo estos aspectos lo que le generarán mayor seguridad e independencia emocional.

Es crucial trabajar primero en fortalecer la madurez emocional del emprendedor, ya que de nada servirán los apoyos, las propuestas del gobierno para generar programas de financiamiento y la vinculación de la ciencia y la tecnología con el emprendimiento, si es que el emprendedor no se encuentra fortalecido para hacer frente a todas las circunstancias que tendrá que superar.

Necesitamos desarrollar una mayor capacidad de afrontamiento para que tenga un verdadero éxito y continuidad en propuestas de negocios más creativas, sustentables y duraderas, hay que potencializar las habilidades y competencias que debe poseer un emprendedor.

El emprendedor es una persona que actúa, que arriesga, que es creativo y busca satisfacer necesidades del mercado para desarrollar ideas innovadoras que solucionen estas carencias en el cliente. Esto nos habla que para desarrollar estos esquemas de pensamiento, será significativo lo que el emprendedor ha tenido en su formación, cómo ha sido su educación, su instrucción, su desarrollo y su proyección de desarrollo. Este pensamiento y por consiguiente su actuar, se derivará de su historia personal, familiar y social.

El pensamiento de un emprendedor por lo tanto tendrá que ver con ese bagaje de conocimientos que ha adquirido hasta su etapa adulta, por lo tanto, las creencias que lo puedan limitar o impulsar estarán directamente influenciadas por la toma de decisiones basadas en su razonamiento.

A continuación se presenta la investigación realizada en una escuela de negocios, para observar a los futuros empresarios que se están formando y que quieren destacar con propuestas de empresas, para determinar el impacto de su estabilidad emocional en su formación financiera.

A partir de la problemática abordada en este proyecto de investigación, la intención es ofrecer los resultados de esta medición para estructurar un programa para desarrollar emprendedores más estables emocionalmente para que asuman la gran responsabilidad que tienen de ser líderes que dirijan nuestro país hacia un futuro prometedor.

El tipo de estudio de este trabajo de investigación cuantitativa, no experimental, transversal, descriptivo ya que se realizará en una investigación de campo, los resultados ayudarán a establecer el grado de estabilidad emocional que presentan los alumnos que se forman como empresarios, se pretende demostrar que es indispensable fortalecer su madurez emocional para generar mejores emprendedores.

### **Descripción del Método.**

**Selección de los sujetos de estudio.** Se decidió tomar como muestra de estudio los alumnos que integran el nivel licenciatura de una escuela de negocios y que conforman un total de 138 alumnos, que comprende a los alumnos de segundo y quinto cuatrimestre, eligiendo estos grados por la oportunidad de desarrollar programas educativos a través de los cuáles se puedan observar cambios significativos a un mediano plazo. El tiempo de duración de la aplicación de la evaluación es de 30 minutos por grupo mas una entrevista individual.

En cuanto a los criterios de selección se establecerán los siguientes puntos:

1. Todos los participantes están inscritos en la escuela de negocios.
2. Alumnos que no presentan ningún déficit físico, sensorial o neurológico.
3. Se trata de un grupo de un grupo heterogéneo que estudia el nivel escolar licenciatura.

**Objetivo.** Conocer el nivel de desestabilidad emocional que presentan los alumnos que se están formando como empresarios para desarrollar en los estudiantes un perfil emprendedor, por medio del fortalecimiento de su salud emocional.

**Instrumentos de análisis.** Para este caso se necesitaba especificar más los rasgos de personalidad de los emprendedores a nivel emocional, por lo que la batería de evaluación quedo integrada de la siguiente forma:

- Test de Cleaver, herramienta que determina perfiles laborales, en función de cuatro parámetros: Empuje, logro, influencia y apego a normas y procedimientos, se le da un formato conformado por grupos de 4 palabras, en la que el evaluado elegirá dentro de cada grupo, la palabra que más se acerque a su forma de ser y posteriormente, de ese mismo grupo elegirá la palabra que menos lo defina. Se procede a realizar lo mismo con el resto de los grupos.
- Evaluación proyectiva llamada Grafología que presenta las siguientes características:

A través de los rasgos de escritura se determinan datos de personalidad: Es una prueba a través de la cual el evaluado se hace consciente de las respuestas que ofrece, se le da una hoja en blanco, en la cuál escribirá un texto con el tema que desee el evaluado, al final del mismo se le pide que escriba su firma.

Se alienta a los sujetos a que respondan con lo primero que se les ocurra sin perder mucho tiempo en pensar la respuesta para que lo que plasme sea lo más fidedigno a sus emociones.

La única variación de edad está determinada por el tiempo en el que terminan de escribir los textos, ya que requiere de un proceso natural y espontáneo del sujeto evaluado. La estructura de las palabras son comprensibles y claras.

- Como tercer elemento de la evaluación, se contempló el uso de la Entrevista Situacional para indagar

competencias de los alumnos canalizados, dedicando aproximadamente 20 minutos en cada sesión.

Con los resultados se obtuvo un Diagnóstico Individual de cada uno de los alumnos, identificando siete áreas relevantes a medir: Creatividad, Claridad de ideas, Tolerancia ante la frustración, Estabilidad emocional, Liderazgo, Capacidad de Logro y Socialización.

### **Resultados obtenidos:**

#### **Necesidades detectadas en el proceso con los alumnos.**

- Necesidad afectiva
- Baja autoestima
- Mala habilidad para comunicar emociones.
- Ansiedad
- Rasgos de inseguridad
- Estar a la defensiva
- Miedo al rechazo
- Necesidad de atención
- Necesidad de reconocimiento
- Bajo nivel de productividad
- El miedo al fracaso.
- Falta de un trabajo en equipo
- Cultura del mínimo esfuerzo
- Falta de proyectos sólidos

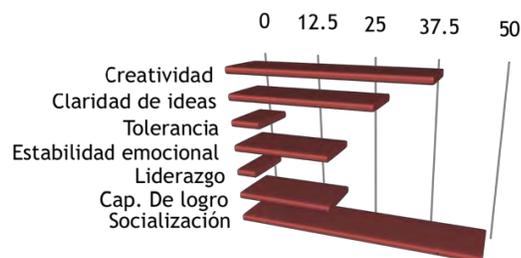
#### **Consecuencias que impactan a la escuela de negocios.**

- Estas carencias afectivas generan bajo rendimiento académico y deserción escolar.
- Reduce la seguridad de los alumnos en la incubación de su empresa, lo cual perjudica su nivel de responsabilidad emprendedora y profesional.
- Si no hay una responsabilidad social en su proyecto de empresas se afecta no sólo la imagen personal e institucional, sino también el desarrollo económico de sus futuros colaboradores y de su entorno económico.
- Se puede contaminar la percepción de alumnos que tienen un mejor nivel de estabilidad emocional al relacionarse con personas que presentan crisis en su autoestima.

#### **Resultado de evaluaciones a alumnos de 2º. (Gráfica 1) y 5º. Cuatrimestre (Gráfica2).**



Gráfica 1



Gráfica 2

#### **Análisis de los resultados.**

- Áreas fuertes: Se encuentra que los alumnos poseen una gran habilidad para establecer relaciones interpersonales, así como ser capaces de tener un buen nivel de creatividad a partir de que clarifiquen objetivos.
- Una área adecuada también lo es su capacidad para establecer logros una vez que tienen definidas metas a alcanzar, en los 2os. Cuatrimestres se observa una mayor fuerza a diferencia de los alumnos de 5o.,

generado también al hecho de que los primeros ingresan con más ideales, a diferencia de que los de 5o. toman en cuenta más hechos reales, que a pesar de que generan una mayor auto conciencia, también surgen sus miedos y debilidades.

- Entre las áreas débiles, encontramos el hecho de que la mayoría tiene fuertes problemas emocionales, derivado por una parte por la búsqueda de identidad propia a la etapa de desarrollo en la que se encuentran, pero también por conflictos a nivel familiar que impactan en una baja seguridad, problemas para tomar decisiones, baja creatividad y resistencia a apegarse a compromisos.
- Otra área a mejorar es el nivel de liderazgo presentado, la mayoría no tiene desarrolladas habilidades en este rubro, aspecto que es importante reforzar en las clases y dinámicas de negociación y gestión de equipos.
- El bajo nivel de tolerancia a la frustración, es un rasgo casi generalizado que se ha presentado en la mayoría de los alumnos.

#### **1. Acciones emprendidas a partir de resultados obtenidos:**

- Apoyo emocional individual a casos que así lo requirieron.
- Se implementación talleres de liderazgo, inteligencia emocional y manejo de creencias limitantes.
- Inclusión del entorno familiar, cuando los alumnos presentan un bajo nivel de compromiso o inestabilidad emocional.
- Se formaron equipos de trabajo en grupos de 3 integrantes, en función de rasgos de personalidad de los alumnos, contemplando tres estilos de trabajo: líder, facilidad para generar relaciones de negocio y perfiles más administrativos, para que través de la realización de la simulación de un proyecto de negocio desarrollaran competencias como trabajo en equipo, gestión, liderazgo, comunicación, logro, tolerancia ante la frustración, resolución de conflictos.

Logros:

- Se ha obtenido una respuesta favorable de los alumnos para recibir ese servicio, una vez que se les comentó la importancia de la información de su evaluación para toma de decisiones y mejora personal.
- Los alumnos que se han comprometido mantuvieron resultados positivos en su actuar, ya que confrontaron dudas y temores y les permitió aclarar con mayor objetividad su proyecto de negocio.
- Al incluir el entorno familiar, muchos emprendedores recibieron una mayor comprensión y se aclararon las expectativas que se tenían, en especial referente al miedo a fracasar.
- A pesar de que en la integración de los equipos de trabajo, muchos de los miembros manifestaron resistencias a trabajar con las personas que les fueron asignadas, una vez que se les explicaba la razón de conformar el equipo en base a sus rasgos de personalidad y de esta forma, ellos desarrollar habilidades de afrontamiento, estuvieron de acuerdo y tomaron el reto. Mencionando que no estarían solos, porque se le ofreció un seguimiento de todo el equipo para una mejor integración.

#### **Conclusiones.**

Con los puntos anteriores se puede concluir lo siguiente:

1. Se presentaron avances significativos en los alumnos, quienes han mostrado una gran participación y compromiso con las acciones llevadas a cabo y han definido su proyecto de vida y de negocio.
2. Los resultados mostraron que a partir de un mayor auto conocimiento de las habilidades y de sus áreas de oportunidad, se pueden generar mejores proyectos de negocios.
3. Existe una gran necesidad de atención y reconocimiento en los emprendedores, que los convierten en personas vulnerables, que si no se dan los planes de acuerdo a los esquemas previstos pueden desencadenar una gran frustración y falta de control de la situación, impactando en pérdidas tanto personales, profesionales y económicas.
4. Los profesores y directivos han sido testigos de los avances significativos que han presentado los alumnos.
5. De acuerdo a la evaluación de los mismos alumnos, les ha sido interesante este programa de mayor autoconocimiento.
6. Si se identifican capacidades específicas requeridas para el desarrollo de un buen perfil de emprendimiento como requisito de formación del emprendedor, los recursos otorgados serán usados de forma más eficiente e impactará en la sustentabilidad económica del proyecto de negocio.
7. Hemos hablado como a través del conocimiento se genera bienestar, que mejor el auto conocimiento, para que

- con el desarrollo de las capacidades se pueda tener una mejor sociedad con altos niveles de desarrollo, al aumentar la eficacia de los recursos.
8. Se puede lograr a través de este manejo emocional del emprendedor, que no sólo esté aumentando la tasa de emprendimiento temprano, sino que también descienda la tendencia de abandono del negocio y por consecuencia aumente la tasa de permanencia en el mercado.
  9. Los recursos que ofrece el gobierno federal serán usados de forma más eficiente, reduciendo el riesgo de créditos o apoyos a fondos perdidos.
  10. Se logrará una mayor conexión del sector empresarial con el de la investigación, porque se buscará alinear objetivos y trabajar de forma conjunta para un beneficio mutuo. Reforzando la filosofía del trabajo en equipo, tan carente en nuestra cultura mexicana.
  11. Es innegable que para el emprendimiento se deben conjuntar condiciones que lo promuevan, como es el tema del financiamiento, políticas gubernamentales, capacitación para el emprendimiento, tecnología, infraestructura y normas del entorno económico, cultural y social. Pero se debe incluir en estas condiciones, la evaluación y fortalecimiento de la estabilidad emocional del emprendedor, como una estrategia para mejorar el emprendimiento en México. En especial porque existen condiciones que requieren ser enfrentadas con mucha fortaleza para tomar decisiones asertivas y contundentes, como el hecho de que en México tenemos una economía emergente que se ve afectada fácilmente por la volatilidad de mercados internacionales, pocas expectativas de crecimiento de nuestro Producto Interno Bruto, el alto costo de los energéticos, impactos negativos de la reforma fiscal, por mencionar algunos. Es por esto que hay que incluir dentro de los programas de capacitación, orientación y financiamiento, un esquema que ayude a fortalecer la seguridad emocional del futuro emprendedor, evitando con estos pérdidas de recursos humanos, tecnológicos, económicos e incluso sociales. Si hablamos de que el objetivo del desarrollo de vinculación de la ciencia con el emprendimiento, es en gran medida el bienestar social, hay que apoyar en primera instancia la estabilidad que ofrece el tener negocios altamente productivos, dirigidos por líderes que busquen el bienestar social, que sólo será posible si iniciamos por una mejora en el bienestar personal.

#### Referencias bibliográficas.

- FORO CONSULTIVO Y TECNOLÓGICO, A.C. (2014). Catalogo de programas para el fomento a la innovación y la vinculación de las empresas. Consultas en: [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/catalogo\\_programas\\_2014.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/catalogo_programas_2014.pdf). [Consulta: 19 de junio 2016].
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (MEC), (2008). La creación de empresas de base tecnológica en el ámbito universitario a partir de la Reforma LOU. Consultas en: [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/catalogo\\_programas\\_2014.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/catalogo_programas_2014.pdf). [Consulta: 16 de mayo 2016].
- Monsalve, Juan. (2010) Gestión de la Inteligencia Emocional Emprendedora. Jóvenes, talento y perfil emprendedor. Madrid. División de Programas de Instituto de la Juventud. Consultas en: <http://www.injuve.es/sites/default/files/2014/12/publicaciones/Guía%20Jovenes.%20>. [Consulta: 15 de abril 2016].
- Naranjo, Elvira, Lucatero Isaac, Campos Marcia, Flores Mario Adrián y López Natzin. “Monitor Global de la Actividad Emprendedora 2013. Instituto Tecnológico de Monterrey. Disponible en: <http://www.itesm.mx>por+tema>negocios> [Consulta: 8 de junio 2016]
- Paz, Carlos. Talento y poca Visión, Pros y Contra del Emprendimiento Mexicano. Milenio.com Consultas en: <http://www.milenio.com/negocios/emprendedores/Talento-vision-pros-contras-emprendimiento-mexicano-startup-south-summit-0-743925754.html>. [Consulta: 3 de junio 2016].
- Rodríguez, Alfonso. Nuevas perspectivas para entender el emprendimiento. 2009. Revista Científica, Pensamiento y Gestión, No. 26. Consultas en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/864/4945> [Consulta: 5 de mayo 2016].
- Sánchez, Berenice. Hacia Donde va la Ciencia en México. CONACYT .Agencia informativa Sitio web: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/5557-hacia-donde-va-la-ciencia-en-mexico> [Consulta: 23 de abril 2016].
- Santiago López, S. Programa de Intervención para mejorar la estabilidad emocional. 26 de julio del 2016 de Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid. Consultas en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180618319005> [Consulta: 8 de marzo 2016].

# ¿REALMENTE HA LOGRADO EL RÉGIMEN DE INCORPORACIÓN FISCAL DISMINUIR LA INFORMALIDAD EN MÉXICO?

MF Flor de María Tavera Ramírez<sup>1</sup>, Dra. Virginia Hernández Silva<sup>2</sup>

**Resumen**— Este documento presenta una evaluación de los resultados del Régimen de Incorporación Fiscal como estrategia creada para disminuir la informalidad en México a través del otorgamiento de diversos beneficios a los contribuyentes que se adhieran a este formato para pago de impuestos a 2 años de su entrada en vigor. ¿Realmente se ha aumentado la base de contribuyentes? A través del análisis de los mismos datos que arroja el Sistema de Administración Tributaria se hace un análisis absoluto y relativo que demuestra que la base de contribuyentes no ha aumentado a pesar de que los beneficios del Régimen de Incorporación Fiscal se han ampliado.

**Palabras clave**— Informalidad, Impuestos, Incentivos Fiscales, Régimen de Incorporación Fiscal, Reforma Hacendaria.

## Introducción

El gobierno mexicano lanzó en 2014, dentro del marco de las reformas estructurales fomentadas por el actual gobierno, una modificación profunda a la legislación tributaria que contiene como punto sobresaliente un esquema de tributación cuyo objetivo es incrementar la base de contribuyentes a través de la incorporación de empresas que estuvieran laborando en la economía informal haciendo atractivo ser un contribuyente cumplido mediante la reducción del Impuesto sobre la renta, simplificación de trámites, acceso a financiamiento, acceso a la seguridad social y al crédito para la vivienda así como la capacitación para mejorar los procesos de las empresas.

De esta manera se creó el Régimen de Incorporación Fiscal (RIF) eliminando dos regímenes fiscales diseñados para contribuyentes menores: el Régimen de Pequeños Contribuyentes (REPECOS) y el Régimen Intermedio.

A dos años y medio de su creación se analiza si en verdad la base de contribuyentes ha aumentado derivado de la vigencia del RIF utilizando los datos que arroja la autoridad fiscal mexicana: el SAT. En este documento se va a tocar la informalidad desde la perspectiva fiscal: aquellas empresas que no están registradas en la base de datos de la autoridad fiscal por lo tanto generan también informalidad laboral.

## Descripción del Método

Se realiza una investigación histórica a sobre las empresas inscritas en el Régimen de Incorporación Fiscal (RIF) a partir del 1 de enero de 2014 y hasta el 31 de mayo de 2016, en comparación con el número de personas inscritas en el extinto régimen de pequeños contribuyentes (REPECOS) y el extinto régimen intermedio que desaparecieron el 31 de diciembre de 2013 tomando los datos de las bases de datos abiertos del Sistema de Administración Tributaria (SAT) comparándolos con el análisis realizado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas sobre el RIF publicado en mayo de 2016.

## Marco Conceptual

Se ha denominado “economía informal” a las actividades que generan ingresos monetarios sin someterse a las regulaciones estatales. Se sostiene que la “informalidad” no es característica de un sector precario, de pequeña escala, sino que es una dimensión que puede estar presente en cualquier tipo de negocios. (De la Peña, 1996).

Guasch, 1999; Saavedra y Chong, 1999; Loayza, 1997; De Soto, 1989, citados por Freige (2002) sostienen que la burocracia, los impuestos sobre la nómina y otros impuestos, así como la falta de aplicación de las leyes son los principales determinantes del crecimiento de las actividades informales. Otros autores tales como Heckman y Pagés, 2000; Grüber, 1997; MacIsaac y Rama, 1997 señalan que las normas y regulaciones no pueden ser las únicas responsables de esta situación, porque las evidencias empíricas no son concluyentes, o porque a pesar de la difundida desregulación, la informalidad sigue siendo elevada (Cortázar, 1997).

<sup>1</sup> MF Flor de María Tavera Ramírez es Contador Público, Maestra en Fiscal, estudiante del Doctorado en Administración de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, flortavera@yahoo.com (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> Dra. Virginia Hernández Silva Profesor es Contador Público, Maestra en Administración, Doctora en Ciencias, Investigadora Titular de tiempo completo en la Facultad de Contaduría y Ciencias Sociales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. vhsilva\_17@hotmail.com

Elgin y Uras (2013) plantean la hipótesis de la correlación directa entre los impuestos y el tamaño de la economía informal. De la Peña, (1996) señala que la ausencia práctica de regulación estatal permite ahorros considerables en la producción y en la operación de los negocios; lo que sustenta que en muchas ocasiones el empresario trabaja en la informalidad por elección.

Lecuona (2009) cita a Tan, López-Acevedo 2007 quienes sostienen que mucha de la nueva actividad empresarial en México comienza y se desarrolla en el sector informal: cada año se crean más de 200 mil nuevas Pymes, 90% de las cuales operan en el sector informal.

Estudios realizados por la OCDE (2015) encuentran que en la mayoría de los países la pequeña y mediana (PYMEs) empresa representa más del 95% de todas las negociaciones. Las PYMEs aportan una proporción muy grande del total del empleo y contribuyen significativamente al crecimiento de la economía global. Las PYMEs también generan una parte significativa de todos los ingresos gravables para efectos de impuestos en la mayoría de las economías. (OCDE, 2015).

De acuerdo con el INEGI en México las micro empresas representan en 2014 el 94.3% del total de los comercios, 0.9 % medianos, 4.7% pequeños y 0.2% grandes

Con el objetivo de disminuir la informalidad de las empresas en México a partir del año 2014 entró en vigor el Régimen de Incorporación Fiscal (RIF). Se trata de un régimen fiscal preferencial cuyo objetivo principal es aumentar la base de contribuyentes buscando incorporar a la formalidad de aquellas negociaciones que venían trabajador en la informalidad.

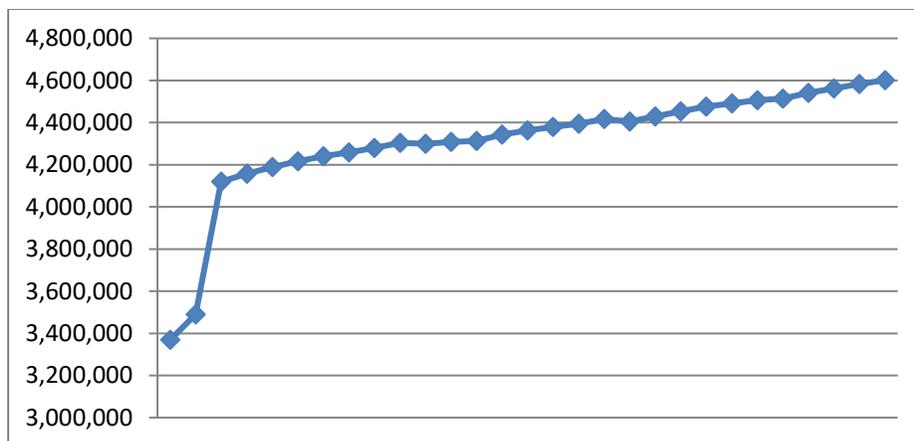
### Desarrollo

Los datos individuales del número de contribuyentes del RIF muestran un crecimiento absoluto en el padrón de contribuyentes, lo que da la idea de buenos resultados en cuanto a la ampliación de la base de contribuyentes a través de su inscripción a este régimen como se puede observar en la Tabla 1.

Comportamiento del padrón del RIF a partir de su vigencia		
Año	Mes	Régimen de incorporación fiscal
2014	Enero	3,369,010
2014	Febrero	3,489,509
2014	Marzo	4,119,620
2014	Abril	4,157,175
2014	Mayo	4,189,701
2014	Junio	4,215,896
2014	Julio	4,240,735
2014	Agosto	4,258,983
2014	Septiembre	4,279,292
2014	Octubre	4,303,431
2014	Noviembre	4,299,849
2014	Diciembre	4,309,106
2015	Enero	4,313,144
2015	Febrero	4,342,897
2015	Marzo	4,363,347
2015	Abril	4,379,398
2015	Mayo	4,395,212
2015	Junio	4,416,950
2015	Julio	4,404,646
2015	Agosto	4,428,659
2015	Septiembre	4,453,541
2015	Octubre	4,476,102
2015	Noviembre	4,490,781
2015	Diciembre	4,507,015
2016	Enero	4,513,785
2016	Febrero	4,541,396
2016	Marzo	4,562,123
2016	Abril	4,583,862
2016	Mayo	4,601,233

**Tabla 1 Comportamiento del padrón del RIF a partir de su vigencia**  
Fuente: Elaboración propia con base a los datos del SAT

El aumento del número de contribuyentes inscritos en el RIF desde su vigencia (enero de 2014) y hasta Mayo de 2016 se presenta en la Gráfica 1 donde se observa un incremento mensual constante a 29 meses de su vigencia con una tendencia positiva.



**Gráfica 1 Comportamiento del padrón del RIF a partir de su vigencia, datos mensuales**  
 Fuente: Elaboración propia con base a los datos del SAT

En los datos publicados por el SAT, que se toman de la misma publicación sobre la cual el CEFP valora la eficiencia del RIF (Tabla 2) se observa que, tomando en cuenta que el número de empresas que tributaban en el régimen de pequeños contribuyentes (REPECOS) eliminado en 2014 y sustituido por el RIF a diciembre de 2013 era de 3,886,294, al inicio de la vigencia del Rif fue de 3,369,010 lo que indica que no se logró automáticamente la incorporación del 100% de los REPECOS al RIF.

Año	Mes	Régimen de pequeños contribuyentes	Régimen intermedio de las personas físicas con actividades empresariales	Régimen de las personas físicas con actividades empresariales y profesionales	Régimen de incorporación fiscal
2010	Diciembre	3,756,266	1,839,742	2,857,123	n.a.
2011	Diciembre	3,821,241	1,949,097	2,898,544	n.a.
2012	Diciembre	3,869,684	2,047,593	2,889,678	n.a.
2013	Diciembre	3,886,294	2,132,940	2,928,604	n.a.
2014	Enero	0	0	4,638,314	3,369,010
2014	Diciembre	0	0	3,850,198	4,309,106
2015	Diciembre	0	0	3,829,058	4,507,015
2016	Mayo	0	0	3,250,994	4,601,233

*n.a.* No aplica por ser régimen de reciente creación a partir de 2014.

**Tabla 2 Padrón de contribuyentes por régimen fiscal a las fechas señaladas**  
 Fuente: Elaboración propia con base a los datos del SAT

Si bien al inicio del RIF no se logró la incorporación del mismo número de contribuyentes que venían tributando como REPECOS, al cierre de el año 2014 el número de contribuyentes incorporados al RIF fue de 4,309,106, cantidad superior en un 11% al número de empresas registradas como REPECOS al momento de la extinción del régimen, lo que podría indicar una efectividad en la incorporación de empresas que estaban anteriormente en la informalidad. Sin embargo este número no es confiable ya que el RIF incorporó también a un número, cuyos datos oficiales no se encontraron, de personas que venían tributando en el también extinto Régimen Intermedio, por lo que el aumento del número de empresas registradas a finales de 2014 puede deberse a la incorporación al RIF de personas que ya venían trabajando en la formalidad en el esquema del Régimen Intermedio.

Sin embargo, haciendo un análisis más detallado tomando como base que el RIF integró al extinto régimen de REPECOS en su totalidad y a un número no determinado del también extinto Régimen Intermedio (dependiendo del

nivel de ingresos declarado en el año anterior), debemos hacer la valoración del crecimiento de la base de contribuyentes con base no únicamente en el extinto régimen de REPECOS. Como el número de contribuyentes de Régimen intermedio que se adhirió al RIF no se tiene se valora el aumento de la base de contribuyentes sumando el número de contribuyentes al cierre de los dos regímenes extintos (REPECOS e Intermedio) al número de contribuyentes que hasta diciembre de 2013 tributaron en el régimen general de ley podemos comparar con la suma del número de contribuyentes que al cierre de 2014 y periodos posteriores tributaron en el régimen general de ley y en el RIF para establecer si hubo un incremento real en el número de contribuyentes. (Tabla 3)

<b>Padrón de contribuyentes actividad empresarial y profesional, distintos regimenes</b>			
<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Suma contribuyentes REPECOS, régimen intermedio y régimen general.</b>	<b>Suma contribuyentes RIF y régimen general</b>
2010	Diciembre	8,453,131	
2011	Diciembre	8,668,882	
2012	Diciembre	8,806,955	
2013	Diciembre	8,947,838	
2014	Diciembre		8,159,304
2015	Diciembre		8,336,073
2016	Mayo		7,852,227

**Tabla 3 Suma de Padrón de contribuyentes régimen actividad empresarial y profesional incluyendo REPECOS e Intermedio de 2010 a 2013 y de 2014 a 2016 incluyendo RIF**

**Fuente: Elaboración propia con base a los datos del SAT**

Los resultados obtenidos de la suma del régimen de las actividades empresariales y profesionales que incluyen el régimen general y el RIF comparado con la suma del régimen de las actividades empresariales y profesionales que incluye el régimen general, el régimen intermedio y REPECOS, vigentes hasta 2013, arrojan incluso un decremento en el número de contribuyentes registrados en los diversos regímenes de actividad empresarial y profesional en un 11% entre diciembre de 2013 y mayo de 2016 pasando de 8,947,838 a 7,852,227 contribuyentes. Concluyendo entonces que a 27 meses de su vigencia el RIF no ha generado un aumento en la base de contribuyentes.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo de investigación se estudió la efectividad del Régimen de Incorporación Fiscal como estrategia para combatir la informalidad en México a través de la inscripción de contribuyentes al padrón fiscal encontrando que a pesar de los incentivos que el régimen otorga la base real de contribuyentes no ha aumentado.

#### *Conclusiones*

A pesar de los múltiples beneficios que otorga el RIF, beneficios que a dos años de su inicio han sido ampliados, este régimen no ha cumplido el objetivo de ampliar la base de contribuyentes, ya que según los datos analizados el número de empresas registradas en el régimen de actividad empresarial y profesional ha disminuido 11% aun cuando era de esperarse que la incorporación voluntaria al RIF de aquellas empresas que operan en la economía informal se realizara en los primeros años de la vigencia del régimen para aprovechar el descuento en ISR que el mismo contempla.

El RIF apuesta a la incorporación voluntaria de los contribuyentes, y de esta manera se lograría una disminución en la economía informal, sin embargo, si no se realiza una campaña por parte de las autoridades fiscales para incorporar a los contribuyentes informales de manera forzosa el número de empresas que en México trabajan en la

economía informal no disminuirá de manera sustancial como lo podemos constatar en los datos que se analizan en esta investigación.

#### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse la evaluación de los resultados del RIF para disminuir la informalidad en México revisando su efectividad y grado de permanencia de los contribuyentes inscritos en el régimen a partir del año 2019, año en el cual el estímulo de reducción de impuestos dejará de ser de más de la mitad del impuesto causado y por lo tanto el régimen será menos atractivo.

#### **Referencias**

- Binelli, C. (2015). Wage inequality and informality: evidence from Mexico. *IZA Journal of Labor & Development* 2016 5:5.
- CEFP. (05 de 2015). Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados. Recuperado el 04 de 07 de 2016, de <http://www.cefp.gob.mx/publicaciones/documento/2015/mayo/cefp0102015.pdf>
- De la Peña, G. (1996). Corrupción e Informalidad. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad* Vol III No. 7.
- Elgin, C., & Uras, B. (2013). Is informality a barrier to financial development? *SERIES* 4:309.
- Freije, S. (2002). El Empleo Informal en América Latina y el Caribe: Causas, consecuencias y recomendaciones de política. Banco Interamericano de Desarrollo. Serie Documentos de Trabajo Mercado Laboral.
- Lecuona, R. (2009). El financiamiento a las Pymes en México: La experiencia reciente. *Economía UNAM* vol 16 no 17
- OCDE. (2015). Taxation of SMEs in OECD and G20 Countries. Paris: OECD Tax Policy Studies, No. 23, OECD Publishing.

# METODOLOGÍA DE MEDICIÓN CON CMM EN PARTES INYECTADAS DE PLÁSTICO CON GEOMETRÍA COMPLEJA

Erika Vianey Téllez Nieto<sup>1</sup>, Ing. Jaime Navarrete Damián M.C.<sup>2</sup>,  
Ing. José Ramón Cerritos Jasso M.C.<sup>3</sup> y Ing. Luis Ángel Rodríguez Martínez<sup>4</sup>

**Resumen**—Con apoyo de FINNOVATEG del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG), el siguiente artículo expone la metodología de medición con CMM en partes inyectadas de plástico con geometría compleja, primeramente se toman en cuenta las consideraciones de la pieza para seleccionar el sistema de palpado y software apropiado para programar la máquina que mida las características deseadas y compare las reales con las especificadas en 3D, tomando en cuenta las tolerancias especificadas. Se sujeta la pieza a la mesa de medición alineando el fixture para que el origen de la pieza coincida con el de la pieza en 3D midiendo elementos de planos, cilindros y ejes. El usuario determina la incertidumbre de la medición, juzga la conformidad y archiva los datos. Este modo de medición se aplicó a los números de partes inyectadas de engranes planetarios. Los resultados que se obtuvieron fueron cotas con alta respetabilidad.

## Introducción

Las actividades de calidad y control de procesos para evaluar el desempeño de un producto con estrictos requerimientos de precisión dimensional y que será componente en ensambles, requieren que las mediciones en las cotas críticas sean muy precisas para valorar el cumplimiento de las tolerancias. La inspección dimensional de alta precisión se realiza normalmente con máquinas de medición por coordenadas (CMM), que son equipos para realizar mediciones tridimensionales y pueden ser de contacto o sin contacto. La medición de partes con CMM no es cuestión simple, mucho menos si se trata de una con CNC en la que se ejecutan programas de parte, no todo es tan simple como medir, archivar datos o hacer un click en iconos de tolerancias. La medición con CMM implica varias actividades complejas con un alto grado de dificultad, implica razonamiento espacial, para determinar la mejor manera de orientar la pieza en la CMM, la planificación implica la selección de la secuencia de puntos de medición y planificación de la trayectoria. En este artículo se hablara a detalle de la metodología que se llevó al cabo para la medición de partes inyectadas de plástico con geometría compleja.

## Descripción del Método

### *Metodología general*

Coherencia es "constante adhesión a los mismos principios de pensamiento o acción " en el contexto de la medición se considera en la programación, operativo, y la evaluación de los puntos medidos que una MMC adquiere el control, se hacen muchas opciones personales. Las consideraciones que se toman en cuenta. 1. ¿Qué configuración de sondeo o palpado será seleccionado? Para un sistema de sondeo por contacto, podría haber diferencias en el tamaño seleccionado de la bola, el material, la longitud de la aguja y la rigidez, extensiones y orientación. Se ha demostrado que parámetros de este tipo pueden tener un efecto significativo en los valores medidos que se declararán. 2. ¿Qué estrategia de medición se emplearán? Los número y ubicación de los puntos de medición o trayectorias de exploración, decisiones críticas, aunque a menudo pueden ser elegidos de acuerdo a las preferencias individuales. 3. ¿Qué algoritmos de ajuste serán seleccionados para evaluar la medición? Las normas más recientes utilizan para especificar requisitos geométricos proporcionan la instalación para especificar el algoritmos de ajuste que deben utilizarse (por ejemplo los mínimos cuadrados, máximo inscrito, o modificadores de mínimos circunscrito puede estar asociada con la especificación de un círculo. Mientras tanto, los diferentes programadores CMM pueden seleccionar diferentes algoritmos. Hay muchos otros factores, incluidas las decisiones de todo cómo una parte está orientada y alineada, la distancia, la velocidad y dirección de aproximación, y la fuerza de sondeo aplican. (Saunders, 2014)

El problema de planificación de trayectoria que debe seguir la ruta de objetivos es un problema de planificación, que es una instancia de una ruta más corta.

<sup>1</sup> Erika Vianey Téllez Nieto es Alumna de la Universidad Politécnica de Juventino Rosas, actualmente realiza sus estadías en CRODE Celaya [312030134@upjr.edu.mx](mailto:312030134@upjr.edu.mx)

<sup>2</sup> El Ing. Jaime Navarrete Damián M.C. Catedrático en Instituto Tecnológico de Celaya, Maestro Investigador de Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología, en Celaya Guanajuato México [jaime.navarrete@itcelaya.edu.mx](mailto:jaime.navarrete@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> El Ing. José Ramón Cerritos Jasso M.C. Catedrático en Universidad Politécnica de Guanajuato, Maestro Investigador de Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología, en Celaya Guanajuato México [ramon\\_cerrjass@hotmail.com](mailto:ramon_cerrjass@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Ing. Luis Ángel Rodríguez Martínez encargado del área de Metrología Dimensional de CRODE Celaya.

Dado un robot, un conjunto de obstáculos, y un conjunto de meta configuraciones, el problema es encontrar un recorrido más corto. Definimos una ruta a ser un camino cerrado y libre de colisiones que pase por cada objetivo al menos una vez buscando minimizar la longitud de la trayectoria

Los dos problemas clásicos: planificación de ruta y optimización de la red., la estructura del gráfico dado no se da explícitamente, pero está implícita en la estructura del C-espacio subyacente.

La solución óptima, es un recorrido por las configuraciones de la meta, donde el camino entre metas sucesivas es la más corta (de lo contrario se puede obtener una más corta). Esta simple observación conduce a un algoritmo ingenioso que resuelve el problema de planificación de ruta los múltiples-objetivos. En primer lugar, la construcción de una red en la que los nodos son las configuraciones de meta, y cada par de nodos está conectado por un borde que representa un camino óptimo.

El planificador es práctico en el sentido de que buscara encontrar una solución en un tiempo razonable, y esta solución se encontrará cerca de ser óptima. El planificador encontrará una solución si se deja correr el tiempo suficiente. Si los recursos computacionales están disponibles, entonces el planificador puede obtener incrementalmente planes que convergen a una solución óptima. El planificador puede operar para una variedad de robots, y es lo suficientemente flexible para permitir la integración de los conocimientos de dominio que es específico para cada robot. El planificador propuesto se basa en el planificador probabilístico de una hoja de ruta (PRM) y trabaja en dos pasos: (1) La construcción de una hoja de ruta que incluye las configuraciones de objetivo en un solo componente conectado (o deciden que no se pueden colocar en un solo componente, por lo tanto, no existe una solución), y (2) extraer un recorrido óptimo de la hoja de ruta (en este caso es óptimo con respecto a la hoja de ruta). (Spitz, 1996)

#### *Consideraciones de la pieza:*

Este paso es muy importante, ya que se tiene que tener en cuenta que es lo que se va a medir, si el dibujo tiene tolerancias se debe saber que norma se tiene que usar para su correcta interpretación. Para esto se tiene que disponer de la norma para consultar en caso de duda y debe de haber una capacitación previa sobre ese tema.

En esta sección se define el propósito de la medición por ejemplo en el caso particular de los modelos de partes inyectadas fueron medidos diámetros y altura de una pieza de ensamble por lo que las medidas de las geometrías deben tener cierta precisión y los datos indispensables que se debían conocer son sus tolerancias, el dibujo de la pieza para entender la parte. Es importante que los dibujos sean lo suficiente para entender al ingeniero. (Ing. José Ramón Zeleny Vázquez)

#### *Selección de un sistema de palpado*

En la mayoría de casos se está limitado por los elementos con que se cuenta pero eventualmente se tiene que decidir por ejemplo, si la medición se hará con contacto o sin contacto. En caso de usarse medición con contacto se utilizará un cabezal articulado o uno fijo, ¿el palpado será discreto o continuo?, ¿cuál será el diámetro de la punta del palpador?, ¿se utilizará más de una punta?, ¿qué tipo de cambiador de punta o palpador será utilizado?, ¿Se utilizarán extensiones?, en caso de usarse medición sin contacto ¿se hará mediante visión o con láser?

#### *Selección de software apropiado para programación de CMM*

Se puede estar limitado por el software con que se cuenta pero debe ser apropiado al trabajo a realizar o no se podrá medir apropiadamente la pieza. Por ejemplo, sólo se harán mediciones de elementos geométricos simples, tales como círculos, planos, líneas, etc. y sus relaciones, tales como ángulos, distancias etc. o se medirán características con tolerancias geométricas. ¿Se trata de alguna medición en que se requiere comparar con el modelo CAD?, ¿se cuenta con el modelo CAD?, ¿se trata de hacer ingeniería inversa?, ¿Se requiere algún software dedicado para medición por ejemplo de engranes o alabes?, ¿se trata de medir un contorno (perfil) en 2 o 3 dimensiones?, si se va a medir mediante visión o con láser, ¿se cuenta con el software apropiado? ¿Qué software o combinación de software se va a requerir para la medición completa de la pieza? (Ing. José Ramón Zeleny Vázquez)

#### *Sujeción de pieza en la mesa de medición y alineación de origen de pieza real con respecto al modelo 3D*

La actividad de fijar la pieza en el campo de trabajo supone sujetarla con útiles dedicados (calibres) o elementos de fijación de uso general, anulando sus seis grados de libertad de movimiento. La alineación se realiza sobre la pieza fijada, que consiste en definir el sistema de referencia idóneo de la pieza mediante sus características representativas.

En otras palabras: alinear significa poner la pieza en posición y la orientación “privilegiadas”, conforme con el deseo del autor de su diseño, expresado en el plano de la pieza o en su modelo informático. Los resultados de la inspección dependen de la calidad del proceso de alineación, y de ahí deriva la importancia de esta fase de trabajo

metrológico. Para el desarrollo correcto de la fase de alineación y la inspección en general es necesario realizar previamente un estudio de la pieza.

- Estudio de la pieza: En un proceso analítico, utilizando la muestra como modelo real y su plano como modelo virtual, el metrólogo tratará de entender la composición de formas que constituyen la pieza.
- Evaluación de las formas: En un proceso analítico, cualquier pieza se puede descomponer en formas elementales sencillas y/o formas elementales complejas, en la evaluación de muchas cotas con la MMC se procede simplemente a la lectura de coordenadas y, dado que éstas se evalúan a lo largo de los ejes del sistema, es fundamental que el sistema de referencia sea el apropiado.
- Métodos para alinear: Existen normas, tales como ISO 5459 o ANSIS Y14.5.1, que indican cómo deben alinearse las piezas industriales. La aplicación correcta de estas normas facilita mucho el proceso de inspección. Estas normas asignan al diseñador de la pieza la responsabilidad de definir el sistema de referencia, mediante características representativas y restricciones sobre éstas, que se van a reflejar en el plano mediante una simbología cuya lectura e interpretación permiten al metrólogo reproducir el razonamiento del diseñador. A menudo la alineación de la pieza deriva del conjunto al que pertenece para asegurar un fácil montaje, evitar interferencias o asegurar la funcionalidad. Algunos componentes o subconjuntos del automóvil se inspeccionan en un sistema de referencia, que puede tener el origen fuera del volumen de trabajo de la MMC. (Onaciu, 2002)

#### *Definición de trayectorias y secuencia de mediciones*

El enfoque que usan los científicos no es muy diferente en la forma en que la metrología desempeña su oficio. Los metrólogos comienzan determinando requisitos: características y qué nivel de incertidumbre es aceptable. Para crear y ejecutar un programa para una detallada medición, con el fin de adquirir una representación de la geometría real.

Con base en esta información, utilizan su experiencia para desarrollar un programa para ser utilizado en CMM. Este programa utilizará un subconjunto de puntos que definen una adecuada estrategia de medición para cada medida.

En metrología digital de sistemas la gestión del ciclo de vida del producto (PLM) ofrece la oportunidad de inyectar estructura en el trabajo del metrólogo, la integración de herramientas que permiten a los candidatos estrategias de medición para ser probados en modelos digitales. Si una característica puede ser sintetizada a raíz de una medida detallada, diversas estrategias pueden ser probadas en contra del modelo para determinar cuáles logran un nivel de incertidumbre objetivo de menor costo (por ejemplo, mediante la adopción de un pequeño número de puntos).

Para las operaciones de medición, hay una serie de programación automatizada de paquetes que ofrecen formas de implementar las estrategias de medición. Mediante el uso de interfaces de programación estándar, proporcionar el mecanismo por el cual las estrategias de medición pueden ser desplegadas en una variedad de máquinas.

#### *Construcción de plan de trabajo*

La hoja de ruta es una ruta no dirigida  $G(V, E)$  que captura la conectividad de espacio libre. Los nodos,  $V$ , corresponden a la configuración raciones en el espacio libre, mientras que los bordes,  $E$ , son trayectorias libres de colisiones. Cada borde se le asigna un valor que es equivalente a la longitud de su camino. La operación elemental en nuestro planificador es la inserción gradual de nodos en la hoja de ruta. En seguida se da un ejemplo de programa

```
PROCEDURE Insert( Node v, Roadmap G(V,E))
if v is not in free-space then:
return failure.
otherwise:
let U be the neighborhood of v in V.
add node v to V.
for every u in U do:
call local planner to find a path
between u and v.
if a path is found then:
let L be the length of the path.
add edge {u,v} to E with weight L.
```

El vecindario de un nodo se define como los nodos que son cercanos a este en la hoja de ruta. El plano local debería de ser una ruta eficiente del planificador, pero no necesariamente muy poderoso. El planificador debe más a menudo su éxito a la búsqueda de caminos entre nodos que están relativamente cerca uno de otro, es decir, los nodos vecinos. Un simple planificador local es uno que ase pruebas de caminos que son segmentos de línea en el espacio de configuración. (Spitz, 1996)

Por último, se construye la hoja de ruta de la siguiente manera:

1. Inicialización: crear una hoja de ruta vacía e inserte las configuraciones meta.
2. Mejora de paso: insertar de forma incremental los nodos seleccionados con el conocimiento específico de dominio en la hoja de ruta hasta que todas las configuraciones son meta en un solo componente conectado de la hoja de ruta (o determinar que no todo puede conectar, por lo tanto no existe ninguna solución).

Utilizando argumentos similares como con planeación probabilística de ruta (PRM), está claro que el planificador capturará la conectividad de espacio libre si el algoritmo se ejecuta de forma indefinida, por lo tanto es probabilísticamente completa.

La información de conectividad se almacena en cada nodo y actualiza de manera incremental durante el procedimiento de inserción. Específicamente, cada nodo sostiene una bandera que indica si el nodo está conectado a la primera meta que se insertó en el gráfico. Los objetivos están conectados en un solo componente si todos ellos están conectados a la primera meta. El conocimiento del dominio se incorpora a través del planificador local y la etapa de mejora. (Spitz, 1996)

#### *Etapa de mejora*

La hoja de ruta de construcción, con las configuraciones meta, todo en uno se encuentra en un componente conectado, por lo tanto, está claro que existe un camino que atraviesa todos ellos. Esto no es un recorrido por la hoja de ruta, porque la hoja de ruta contiene nodos superficiales que serán añadidos durante la etapa de mejora.

La ruta puede no ser la trayectoria óptima en la realidad. Si el camino está lejos de ser óptimo, a continuación, la hoja de ruta puede ser modificada (por la etapa de mejora) para capturar mejor la estructura del espacio libre. Sin embargo, desde el punto de vista del problema del vendedor viajero (TSP) es un problema NP-duro, su solución es aproximación de todos modos.

Un camino más corto se encuentra en un proceso de dos pasos:

1. Paso de preprocesamiento: Este es un paso opcional que implica procesamiento previo de la hoja de ruta para cumplir con los requisitos del algoritmo TSP específico en uso.
2. Resolver Problema de ruta del TSP: resolver el problema mediante la aplicación de un algoritmo de TSP a la hoja de ruta.

Varias estrategias para la selección de nodos adicionales están disponibles. Les enumeramos a continuación:

1. Si dos puntos en una cara común están desconectados en la hoja de ruta, a continuación, seleccionar puntos adicionales a lo largo de la superficie de la cara. La idea es que la cara es normalmente accesible y conectada, por lo que esperamos una muestra densa de puntos de la cara de estar en un solo componente de la hoja de ruta.
2. Seleccione los puntos que son traducciones de puntos en la hoja de ruta a lo largo del eje de la sonda y/o RAM. Estos puntos tienen una alta probabilidad de estar en el espacio libre y más lejos de los obstáculos. Por lo tanto, esperamos que sea más fácil de conectar estos puntos a través de un planificador local.
3. Seleccionar puntos al azar en el espíritu de PRM.

Suponemos que el entorno de un punto consiste en aquellos puntos que están a una distancia predeterminada. El planificador que se utiliza en este ejemplo conecta puntos vecinos con segmentos lineales. Si la línea del segmento es un camino libre de colisiones, el paso de inicialización produce la hoja de ruta. Las configuraciones libres se añaden al azar hasta que las configuraciones de meta miden en un solo componente conectado. Las metas-configuración están marcados como círculos y al azar nodos están marcados como cuadrados. Observe que la hoja de ruta en su conjunto no conectado. La etapa de procesamiento previo TSP elimina los nodos que se añadieron en la etapa de mejora y produce la hoja de ruta. Los nuevos bordes pueden ser más complejos que la línea de segmentos, y algunos de los caminos se superponen. El resultado es una hoja de ruta bien con segmentos enlazados sobre el que se aplica un algoritmo estándar TSP para producir la trayectoria mejorada. (Steven N. Spitz)

#### *Consideraciones de incertidumbre*

Se considera que el resultado de una medición no está completo si no va acompañado de un enunciado de la incertidumbre asociada. Cuando al realizar una serie de medidas de una misma magnitud se obtienen los mismos resultados, no se puede concluir que la incertidumbre sea cero; lo que sucede es que los errores quedan ocultos ya que son menores que la incertidumbre asociada al aparato de medición. En este caso, puede establecerse un criterio simple y útil: cuando las medidas son reproducibles, se asigna una incertidumbre igual a la mitad de la división más pequeña del instrumento, la cual se conoce como resolución. Una CMM no mide directamente características geométricas tales como distancias, ángulos o diámetros, sino que mide las coordenadas de un conjunto de puntos sobre la superficie de un artefacto y entonces los combina para evaluar la característica geométrica deseada. Una medición con CMM

requiere algún procesamiento de la combinación de los valores medidos para producir un estimado del diámetro. Entonces claramente las mediciones obtenidas con una CMM dependen de la forma en la cual este procesamiento es llevado a cabo (el algoritmo) y de las propiedades de los puntos seleccionados para muestrear la superficie del artefacto. (Tecnològic, 2000)

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Existen diversas técnicas para realizar mediciones en CMM... Desde una definición subjetiva basada en criterios empíricos del usuario de la CMM, hasta métodos NP-hard en el contexto de TSP, y aún más, mediante algoritmos de inteligencia artificial que buscan minimizar tiempos y distancias.

Presentamos un estudio de caso en el que se definieron puntos para medición de una pieza moldeada por inyección de plástico con geometría compleja que se realizó en el laboratorio de metrología del instituto CRODE Celaya.

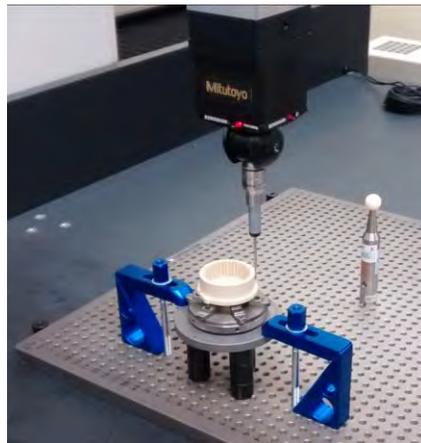


Figura 1. Foto de maquina CMM en proceso de medición de pieza moldeada por inyección de plástico de geometría compleja.

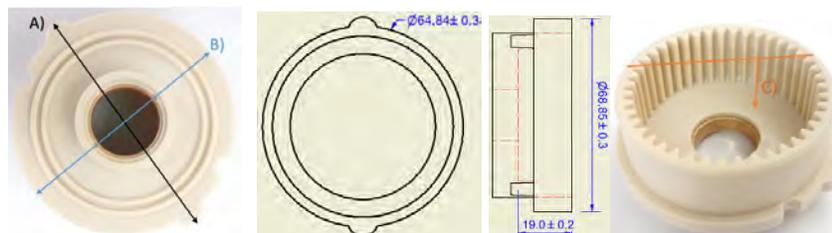


Figura 2. Foto de pieza moldeada por inyección de plástico de con geometría compleja para estudio de caso con sus cotas críticas correspondientes; A) Diámetro que se forma de pestaña a pestaña, B) Diámetro de la base de la pieza, C) Altura de los dietes de la carcasa

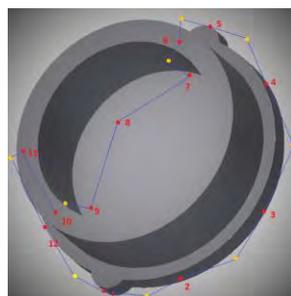


Figura 3. Foto de pieza moldeada en CAD con la trayectoria de puntos de medición sugerida por el usuario.

#### Conclusiones

Proponemos a modo de conclusión una breve metodología para realizar El siguiente esquema muestra el diagrama de pasos que se sugiere de seguir para hacer una buena medición con CMM.

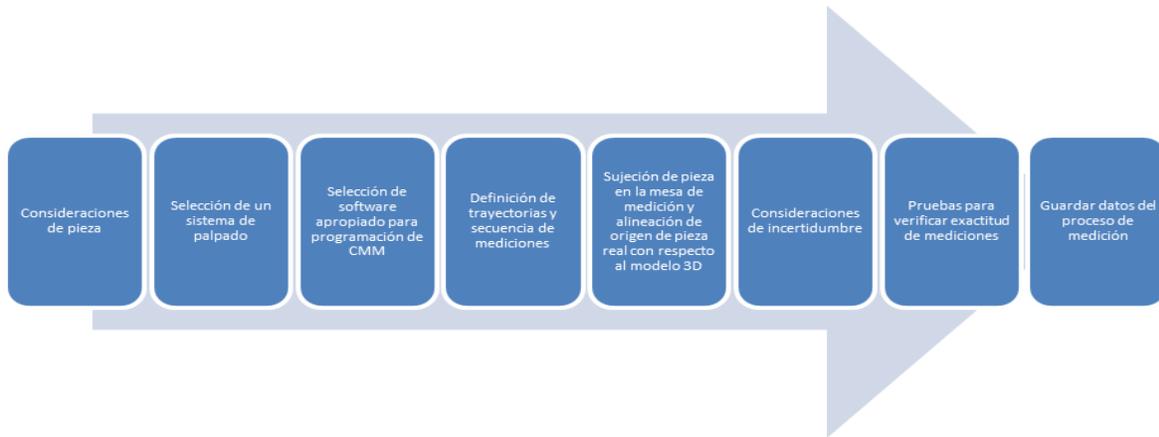


Figura 1. Diagrama de pasos para medición con CMM

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en la ruta de medición que debe seguir el palpador, disminuyendo la cantidad de puntos posibles, haciendo un mapa de ruta conectando los nodos con el nodo vecino más cercano, disminuyendo la trayectoria. Y de ser necesario se recomienda aumentar nodos en la trayectoria de la CMM con el fin de evitar colisiones. Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a las metodologías de medición y pueden variar de acuerdo a la CMM con la que se cuente.

### Referencias

- (s.f.).  
Ing. José Ramón Zeleny Vázquez. (s.f.). EL PROCESO DE MEDICIÓN CON CMM. *Mitutoto Mexicana, S.A. de C.V.*, 7.  
Onaciu, T. (2002). Alineación apropiada en máquinas de medir por coordenadas. *Fundació Ascamm Centre Tecnològic*, 4.  
Saunders. (2014). An exploration into measurement consistency on coordinate measuring. *ELSEVIER*, 9.  
Spitz, S. N. (1996). Multiple-Goals Path Planning for Coordinate Measuring Machines. *Programmable Automation Laboratory*, 6.  
Steven N. Spitz. (s.f.). Multiple-Goals Path Planning for Coordinate Measuring Machines. *Programmable Automation Laboratory*, 6.  
Steven N. Spitz, A. J. (s.f.). Accessibility Analysis for Planning of Dimensional. *TO APPEAR IN IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION*, 14.  
Tecnològic, F. A. (2000). Fundació Ascamm Centre Tecnològic. *Fundació Ascamm Centre Tecnològic*, 27.

# Análisis del Desempeño Académico del Egel-Enfer relacionado con el College Board y el promedio final de carrera de una Facultad de Enfermería

MCE María Ascención Tello García<sup>1</sup> MAAE José Luis Nuncio Domínguez<sup>2</sup> Dr Raúl Adrián Castillo Vargas<sup>3</sup> Dra María de los Ángeles Villareal Reyna<sup>4</sup>

**Objetivo.** Relacionar resultados de prueba EGEL-ENFER con College Board (CB) y el promedio final de carrera. Los resultados. 76.7 % (fr 270) son mujeres y 23.3% hombres (fr 82), promedio de edad 22.72 años, (DE=1.99). El desempeño en la prueba EGEL-ENFER es distinta en hombres y mujeres ( $U=9210.5, p=.00$ ). Existe relación entre el testimonio de desempeño del EGEL-ENFER y el College Board ( $r_s=.343, p=.00$ ), promedio final de carrera ( $r_s=.390, p=.00$ ).

**Conclusiones.** El EGEL-ENFER permite a las IES detectar las insuficiencias y ocuparse de ellas para mejorar el nivel de conocimientos, competencias y habilidades académicas de los alumnos. En importante valorar los puntajes con los que ingresan los alumnos a estudiar la carrera de enfermería. Ante el panorama que presentan nuestro egresado se han implementados una serie de alternativas que se valoraran los próximos años.

**Palabras Claves.** Desempeño académico, Egel-Enfer, Promedio de carrera, Puntuación Collage Board

## Introducción

En un mundo globalizado, las Instituciones de Educación Superior (IES) deben de formar alumnos hábiles en el dominio de competencias para ir acorde con el crecimiento económico, político, social, educativo y tecnológico. Los docentes se comprometen a estar preparados para poder responder a estas demandas egresando alumnos aptos para desenvolverse en el ámbito laboral (Vázquez-Martínez, 2010).

El Centro Nacional para la Evaluación de la Educación Superior CENEVAL (2015), realiza valoraciones sobre el conocimiento y habilidades de los egresados y da información acerca de las competencias profesionales de los alumnos en las diversas carreras. El examen General para el Egreso de las Licenciaturas (EGEL) es una prueba que nos permite identificar el nivel de desempeño de los alumnos para su inserción al ámbito profesional y representa una herramienta de evaluación externa confiable.

La difusión que se hace al EGEL, en las IES es significativa porque representa una prueba confiable que no es estática sino dinámica en su estructuración y contenido, con la finalidad de ir mejorando en el rendimiento académico de los alumnos. La constante actualización del EGEL por expertos en cada una de las áreas y la creación continua de reactivos va acorde con la currícula vigente de las IES. Es relevante comentar que el EGEL en sus inicios se caracterizaba por evaluar solo conocimiento y no habilidades, sin embargo, en la actualidad se busca evaluar conocimientos que se implementen en la práctica con situaciones reales donde el alumno se enfrente a problemas y tome las decisiones más idóneas para resolverlos (Hernández, Pavón, y Rodríguez, 2015).

Al igual que en las demás licenciaturas, Los EGEL-ENFER son: especializados para la carrera profesional de enfermería, de alcance nacional, estandarizado, criterial, objetivo, de máximo esfuerzo, de alto impacto, de opción múltiple, con contenidos centrados en problemas, sensible a la instrucción y contenidos validados socialmente.

Para asegurar la pertinencia y validez en los instrumentos de evaluación el Ceneval se apoya en: Consejos Técnicos integrados por expertos que actúan con un reglamento y se reorganizan periódicamente; así como en Comités Académicos. El contenido del EGEL-ENFER es el resultado de un proceso metodológico y técnico

<sup>1</sup> La MCE María Ascención Tello García es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo Coahuila, México. [mtellogarcia@hotmail.com](mailto:mtellogarcia@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El MAAE José Luis Nuncio Domínguez es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo Coahuila, México. [nuncio\\_joseluis@hotmail.com](mailto:nuncio_joseluis@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Raúl Adrián Castillo Vargas es catedrático investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo Coahuila, México. [rvargas0125@hotmail.com](mailto:rvargas0125@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra María de Los Ángeles Villareal Reyna es catedrático investigador en la Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Enfermería, Saltillo Coahuila [mced\\_us@yahoo.com](mailto:mced_us@yahoo.com)

El EGEL-ENFER, está constituido por las siguientes áreas y subáreas; el área de educación y Promoción de la Salud representa el 14.8%, con un total de 24 reactivos en la segunda sesión; el área de Cuidados integrales al Paciente representa el 35.2% con un total de 57 reactivos comprendidos en su primera sesión; el área de Técnicas y procedimientos tiene un 34.6% con 56 reactivos implícitos en su segunda sesión y por último el área de Gestión, Administración e Investigación representa un 15.4% con 25 reactivos incluidos en su primera sesión dando un total de 162 reactivos 82 en la primera sesión y 80 en la segunda sesión. Adicionalmente, se incluye reactivos piloto (no califican) varían de examen a examen, esta estructura fue aprobada por el Consejo Técnico en reunión del 8 de septiembre de 2014 (Guía para el sustentante Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Enfermería EGEL-ENFER, 2015).

Los criterios para el otorgamiento del testimonio de desempeño en el examen son: para lograr un Testimonio de Desempeño Satisfactorio (TDS) se debe tener al menos tres áreas con desempeño satisfactorio (DS) o DSS); para un desempeño sobresaliente (TDSS) se debe tener de las cuatro áreas, al menos dos con DSS y las restantes con DS. Los criterios para determinar los niveles de desempeño por área son: aún no satisfactorio (ANS) 700-999, satisfactorio (DS) 1000-1149 y sobresaliente (DSS) 1150-1300 (Reporte de Resultados del EGEL-ENFER, 2013-2016).

El historial académico que el alumno tiene a lo largo de su carrera en el plan 703 es de 40 materias con 478 créditos aprobados; con materias que se encuentran distribuidas en las siguientes áreas: Enfermería, básicas y de investigación. Es importante señalar que en el año 2015 los docentes de esta facultad de Enfermería y los docentes de la escuela de licenciatura de Torreón Coahuila trabajaron en el diseño, revisión y actualización del programa educativo de Licenciatura en Enfermería, creando así el Plan 860.

El nivel académico que tienen los estudiantes cuando egresan del bachillerato es importante para las IES; por un lado; tratan de seleccionar los mejores alumnos, los más capacitados, con los más altos conocimientos y habilidades para ingresar a una carrera profesional por otro detectar las habilidades y conocimientos con los que llegan los estudiantes, percibir las deficiencias en su formación y realizar las acciones necesarias para su corrección.

En nuestro país, el evaluar el nivel académico de los alumnos es relevante y así lo demuestra la iniciativa de la Secretaría de Educación Pública (SEP) a través de organismos como: la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES) para elaborar el Examen Nacional para el Ingreso a la Licenciatura. Las IES norteamericanas usan pruebas de aptitudes escolares como el Schoolastic Aptitud Test (College Board, Educational Testing Service, 1990); que han demostrado tener una validez predictiva satisfactoria y las IES mexicanas las están utilizando como el Tecnológico de Monterrey, La Universidad Autónoma de Coahuila y la Universidad Autónoma de Puebla (Escamilla-Cruz S., Córdova- Avila M., y Campos-Castolo E., 2012).

La Prueba de Aptitud Académica (PAA) del College Board, (2014) evalúa el potencial académico del alumno para continuar con sus estudios universitarios, dicha prueba tiene tres componentes: razonamiento verbal, razonamiento matemático y redacción indirecta (Backhoff, E., & Tirado, F. (1993). A partir de 1964, El College Board, (2016) apoya a las IES en los procesos de admisión de los alumnos, dentro de las ventajas que presenta están: permite seleccionar a los alumnos con mayor posibilidad de éxito para los estudios universitarios, está validada en todos los países de habla hispana y tiene altos índices de confiabilidad y validez. Las características de esta prueba son: evaluar la capacidad de los alumnos para los estudios superiores; así como sus habilidades en el proceso educativo, reflejar los conocimientos y destrezas generales del nivel de escolaridad, dentro del razonamiento verbal que mide la PAA, contempla también el razonamiento analógico en el contexto y por último el razonamiento matemático contempla temas fundamentales de álgebra intermedia en su aspecto morfosintáctico y semántico. En cuanto a su estructura, esta prueba requiere de dos horas y cuarenta y cinco minutos para contestarse y los resultados se informan individualmente a través de una escala que tiene una puntuación mínima de 200 y una máxima de 800.

**Objetivo.** Identificar la relación que existe entre los resultados de la prueba EGEL-ENFER con el College Board y el promedio final de carrera.

### **Material y Método.**

El diseño del estudio fue descriptivo correlacional, Se utilizaron los resultados del Examen General para el Egreso de Licenciatura EGEL-ENFER, del periodo 2013-2016, los resultados examen general de ingreso, del College Board y

el promedio final de carrera de los alumnos. La población estuvo conformada por 352 alumnos del octavo semestre de la carrera de licenciatura en enfermería, durante el periodo 2013-2016 (Hernández et al. 2014).

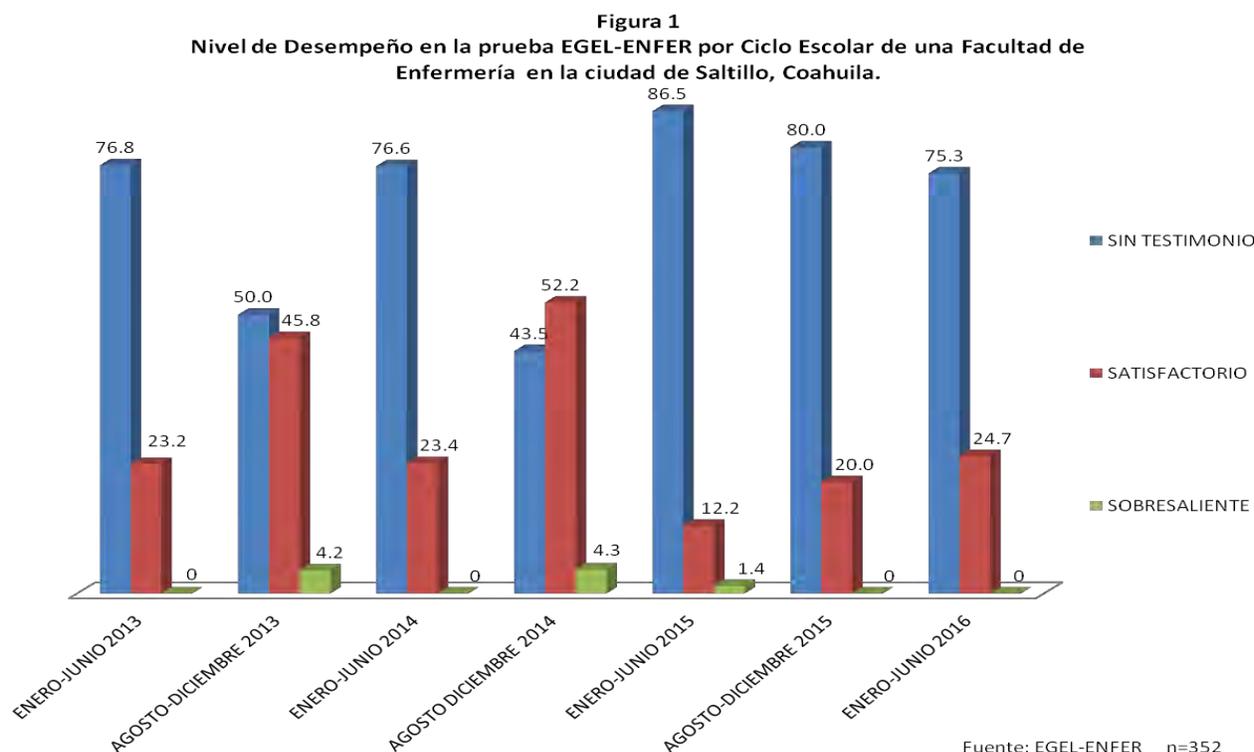
Se realizó el análisis de los datos con el programa IBM Statistical Package for the Social Sciences versión 23 para Windows, se utilizó medidas de tendencia central, el coeficiente de correlación de Spearman y la U de Mann-Witney (Daniel W., 2002).

El número de estudiantes de octavo semestre por periodo se describen a continuación: enero-junio 2013 56 alumnos, agosto-diciembre 2013 24 alumnos, enero-junio 2014 77 alumnos, agosto-diciembre 2014 23 alumnos, enero-junio 2015 74 alumnos, agosto-diciembre 2015 25 alumnos y enero-junio 2016 73 alumnos.

### Resultados

Las características demográficas de los sustentantes un 76.7% (fr270) fueron mujeres y el 23.3% (fr 82) fueron hombres. el promedio de edad es de 22.72 años, (DE= 1.99). En el periodo de 2013-2016 se encontró que el 74.7% (f= 263) de los sustentantes del EGEL-ENFER, obtuvo un dictamen aún no satisfactorio (ST); el 24.4% (f=86) obtuvo un testimonio de desempeño satisfactorio

(TDS) y solo .9%(f=3) alcanzó testimonio de desempeño sobresaliente (TDSS). Se observó que las áreas de mejores puntuaciones son: gestión, administración e investigación. En contraste con los puntajes más bajos de las áreas de Cuidados integrales del paciente y Técnicas y procedimientos.



En la figura 1 se toma en cuenta el periodo 2013-2016 del EGEL-ENFER, con una población de 352 sustentantes; se muestra una cifra preocupante alumnos que no cumplieron con los requisitos mínimos del examen, haciéndose acreedores a un dictamen aun no satisfactorio (ST). Se observa también que los resultados de desempeño satisfactorio (TDS) y el desempeño sobresaliente (TDSS) aún siguen siendo bajos.

Tabla 1.

Tabla de contingencia sobre el testimonio de desempeño de la prueba EGEL-ENFER por sexo de una facultad de enfermería de la ciudad de Saltillo, Coahuila.

TESTIMONIO DE DESEMPEÑO	Sexo					
	Masculino		Femenino		Total	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%
SIN TESTIMONIO	72	87.80%	191	70.70%	263	74.70%
SATISFACTORIO	9	11.00%	77	28.50%	86	24.40%
SOBRESALIENTE	1	1.20%	2	0.70%	0.90%	3
Total	82	100%	270	100%	352	100%

Fuente= EGEL-Enfer n=352

El testimonio de desempeño de la prueba EGEL-Enfer es distinta en hombres y mujeres durante el periodo de enero-junio de 2013 a enero-junio 2016, según la prueba de U de Mann-Withney ( $U= 9210.5, p= .00$ ). La información se presenta en la tabla #1.

Tabla 2

Correlación entre las variables de College Board, promedio final de carrera y el testimonio de desempeño del examen EGEL-Enfer de alumnos de una facultad de enfermería en la ciudad de Saltillo, Coahuila.

Variable	1	2	3
1.- College Board	1.000		
2.- Promedio final de Carrera	.179	1.000	
3.-Testimonio de desempeño de la prueba EGEL-Enfer	.343**	.390**	1.000

\*\* $p=.00$

Fuente= College Board EGEL-Enfer y Kárdex Escolar n=352

Existe una correlación entre el testimonio de desempeño y el promedio final de carrera y con la prueba College Board, por lo que se puede inferir que a mayor sea el puntaje de su examen general de ingreso y mejores sean sus calificaciones obtendrán mejores resultados en la prueba EGEL-Enfer, cabe mencionar que existen otros factores que no han sido identificados por este estudio que también repercuten en los resultados de los exámenes de los estudiantes de licenciatura en enfermería.

### Conclusiones

En las Instituciones de Educación Superior (IES) se deben detectar las insuficiencias y ocuparse de ellas para mejorar el nivel de conocimientos, competencias y habilidades académicas de los alumnos.

El alto porcentaje (76.7%) de nivel de desempeño aún no satisfactorio(ANS) que presentan nuestros egresados, nos llevan a realizar revisión de nuestro actuar docente; tomar en cuenta la importancia que representa esta prueba de evaluación externa; valorar como va a ser la práctica profesional de los alumnos en los lugares donde va a realizar su servicio social, si no cuenta con las competencias necesarias; cómo va a repercutir el desempeño no satisfactorio en los procesos de acreditación si no se garantiza el dominio de las competencias generales y específicas de los egresados para su adecuada inserción laboral.

De acuerdo a los resultados obtenidos es importante valorar los puntajes con los que ingresan los alumnos a estudiar la carrera de enfermería para realizar una debida selección de alumnos de nuevo ingreso. Observando los resultados de este estudio la relación es que a mejor puntaje en el College Board y mejor promedio final de carrera se obtiene un mejor desempeño en el EGEL.ENFER. Ante el panorama que presentan nuestro egresado se han implementados una serie de alternativas que se valoraran los próximos años.

Los resultados obtenidos en esta investigación nos dejan una serie de cuestionamientos que requieren ser tratados posteriormente en otras investigaciones, primero para valorar las estrategias que se están implementando y después para realizar el seguimiento y los ajustes necesarios en el proceso de aprendizaje-enseñanza.

El resultado obtenido en este periodo refleja una situación preocupante sobre las competencias profesionales que dominan nuestros egresados; es necesario mejorar las puntuaciones obtenidas en el EGEL-ENFER y lograr un buen dominio de competencias y actitudes del egresado.

Dentro de las estrategias que se están implementando se encuentran, el acudir los docentes a la Ciudad de México para tomar un curso-taller y conocer la estructuración de los reactivos, así como su elaboración. Difundir el curso-taller con los docentes en la facultad a través de la réplica de dicho curso.

En la academia de Enfermería se llega al acuerdo de elaborar las evaluaciones mediante el planteamiento de casos clínicos reales para su resolución, donde el alumno razone y tenga juicio clínico y crítico. Esto a partir del primer semestre con el nuevo plan de estudios (860) actualizado a partir del 2015, por lo que el resultado de esta estrategia se observará al término de su carrera. Para los alumnos del octavo semestre próximos a presentar el EGEL, se lleva a cabo la realización de un curso-taller donde se abordarán temas de las áreas más débiles (Cuidado Integral y Técnicas y Procedimientos) y se podrán reactivos con la estructuración del EGEL-ENFER con el planteamiento de casos clínicos.

## Referencias Bibliográficas

Backhoff E., & Tirado, F. (1993). Habilidades y conocimientos básicos del estudiante universitario: hacia los estándares nacionales. *Revista de la Educación Superior*, 88, 45-65.

Ceneval, (2015).

College Board, 2016. Recuperado el 24 de septiembre de 2016. <https://latam.collegeboard.org/page/paa>

Daniel W., (2002). *Bioestadística Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Cuarta Edición. México D.F. Editorial Limusa. Pp 678-684

Escamilla-Cruz S, Córdova-Ávila M, Campos-Castolo E. Autopercepción de competencias profesionales de alumnos de la Licenciatura en Enfermería. (Spanish). *Revista CONAMED [serie online]*. April 2012,17(2):67-75. Available from: MedicLatina. Ipswich, MA. Accessed September 15, 2016.

*Guía para el sustentante*. Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Enfermería (EGEL-ENFER). Recuperado el 27 de julio del 2016 en <http://www.urse.edu.mx/pdf/guiasceneval/GuiaEGEL-ENFER.pdf>

Hernández-Jiménez, Arturo, Pavón-Silva, Thelma Beatriz, & Rodríguez-Barrientos, Damaris. (2015). Análisis de la evolución del examen general de egreso de licenciatura en Química. *Educación química*, 26(2), 81- 86.

Landero Hernández R. y González Ramírez MT. (2014). *Estadística con SPSS y Metodología de la Investigación*. Primera edición. México D.F. Editorial Trillas. Pp79-96

Reporte de resultados EGEL-ENFER, 2013-2016.

Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio Pilar (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. México D.F. Editorial Mc Graw Hill Education pp 90-96.

Vázquez Martínez FD. Competencias profesionales de los pasantes de enfermería, medicina y odontología en servicio social en México. Rev Panam Salud Publica. 2010;28(4):298–304.

Notas Biográficas de los autores,

La MCE María Ascención Tello García es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Coahuila, México. Terminó sus estudios de postgrado en Ciencias de Enfermería en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Colaborador en la elaboración de reactivos para el EGEL-ENFER en CENEVAL.

El MAAE José Luis Nuncio Domínguez profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Coahuila, México. Termino sus estudios de postgrado en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

El Dr. Raúl Castillo Vargas. Catedrático investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila, Director de la Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo”. México. Terminó sus estudios de postgrado en Investigación Multidisciplinar de Salud en la Universidad Autónoma de Coahuila, México.

La Dra María de los Ángeles Villarreal Reyna catedrática investigadora de la Universidad Autónoma de Coahuila, México. Término sus estudios de doctorado en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

# Evaluación del acabado superficial, velocidad de corte y avance para el fresado del acero NMX-B-323 (AISI H-13)

José Jorge Tena Martínez<sup>1</sup>, Leonel Ceja Cárdenas<sup>2</sup> y José Nicolás Ponciano Guzmán<sup>3</sup>

**Resumen**—Existen múltiples estudios sobre los parámetros de maquinado que buscan obtener un mejor rendimiento de la herramienta de corte. Cada combinación de material, máquina y herramienta tiene condiciones específicas sugeridas por la bibliografía que pueden ajustarse. Utilizando un diseño factorial 6 x 4, se realizaron ensayos de velocidad de corte y avance para fresar acero NMX-B-323 donde se evaluó, el acabado superficial y la integridad de la herramienta. En ocho combinaciones de avance y velocidad de corte disminuyó el tiempo de maquinado en un rango de 4 a 50%, en todos los casos se obtuvo un acabado superficial menor a 0.71  $\mu\text{m}$ . El análisis de varianza ANOVA mostró un p valor de cero para las variables y su interacción. Se logró una disminución del tiempo de maquinado sin afectar el acabado superficial y ni la herramienta, los resultados indican que los factores y su combinación influyen en el acabado superficial.

**Palabras clave**— velocidad de corte, fresado, acero NMX-B-323 (AISI) H-13.

## Introducción

La determinación de las condiciones de maquinado dentro de la operación de las máquinas-herramientas de control numérico es de gran importancia para un funcionamiento adecuado dentro de la industria metal-mecánica, de éstas también dependen la calidad de las superficies y las geometrías generadas. Por otro lado también se requiere tener una respuesta más oportuna para la entrega de piezas y dispositivos. Existe un banco de datos muy grande de condiciones de maquinado en diferentes libros especializados y en los programas de CAM, estas condiciones pudieran en un momento ser diferentes, dependiendo de la situación particular de cada sistema de maquinado. Con este trabajo se pretende ensayar condiciones de maquinado diferentes a las recomendadas, y tomando éstas como referencia, para evaluar el acabado superficial y el tiempo de maquinado. Este proyecto surgió de la necesidad de la industria de moldes para el proceso de fundición por inyección en dados permanentes, como un instrumental de consumo. Los resultados obtenidos nos van a permitir proponer las condiciones de maquinado para la operación de fresado y así disminuir el tiempo de fabricación requerido, sin disminuir la calidad de la pieza maquinada, para la obtención de los moldes necesarios para su proceso de fundición por inyección en moldes permanentes.

En este sentido, Fernández et al (2010) mencionan que “El sector de las máquinas herramienta está dando respuesta a las necesidades productivas de la industria aportando máquinas, herramientas y técnica cada vez más flexibles, con el objetivo de obtener piezas de mayor precisión dimensional y reduciendo el tiempo de mecanizado”.

Por su parte, Sebastián (2005) y Vargas Henríquez et al (2014) coinciden en que “Los principales problemas que encuentran los ingenieros en un proceso de mecanizado son: 1. Determinar los valores óptimos de las variables que afectan el proceso para obtener una calidad deseada y 2. Maximizar el rendimiento de los sistemas de fabricación usando los recursos disponibles”.

Dentro las principales variables independientes en el proceso de maquinado se tienen; Material de la herramienta, incluidos recubrimientos. Forma, acabado superficial y filo de la herramienta. Material de la pieza de trabajo. Temperaturas de la herramienta y la pieza de trabajo. Parámetros de corte; velocidad, avance y profundidad. Fluido de corte. Características de la máquina-herramienta, potencia, rigidez, amortiguamiento y ajuste de sus elementos. Sujeción y soporte de la pieza. La principal variable dependiente es obtener la pieza de acuerdo a las especificaciones como son las características dimensionales y la integridad superficial y la segunda es maximizar el rendimiento del sistema de fabricación que incluye menor costo y tiempo de fabricación, lo que comprende menor consumo de energía, menor consumo en herramientas de corte.

Al respecto Correa (2005) encontró que entre “los aspectos más relevantes a la predicción de la rugosidad superficial, principalmente para procesos de fresado y torneado, están las variables de avance, velocidad y profundidad de corte”. Sin embargo Freiheit y Hu (2002) indicaron que “los parámetros seleccionados para un proceso de maquinado con una velocidad dada están influidos por la confiabilidad de la máquina y por lo tanto repercuten en su productividad”.

<sup>1</sup> M.I. José Jorge Tena Martínez es Profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán, México [jtena@itmorelia.edu.mx](mailto:jtena@itmorelia.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Leonel Ceja Cárdenas es Profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán, México [leoc4@yahoo.com.mx](mailto:leoc4@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> M.I. José Nicolás Ponciano Guzmán es Jefe del Departamento de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán, México [jnicolas@itmorelia.edu.mx](mailto:jnicolas@itmorelia.edu.mx)

### Descripción del método

Se diseñó el experimento en el que se tomaron como variables de entrada a la velocidad de corte y el avance por filo para realizar el maquinado de las probetas, que permitiera observar el comportamiento de la rugosidad como variable de salida, en este estudio todas las demás variables de entrada posibles permanecieron constantes proponiéndose el modelo mostrado en la figura 1.

Para proponer el método de estudio se tomó en consideración los resultados de varios autores. Rosales (2012) y Qureshi et al (2015) mencionan que “La optimización de los parámetros de corte tales como velocidad de alimentación de la velocidad de corte y la profundidad de corte dan un mejor acabado de la superficie, lleva tiempo mínimo y produce menos desgaste de la herramienta”. Por otro lado, coincidieron Chang y Lu (2006), Chang (2007), Silva et al (2011) y Rodríguez (2006) en señalar que “En general, se obtuvieron mejores resultados después de maquinar a mayores valores de velocidad de corte y un avance de valor medio del rango sugerido”.

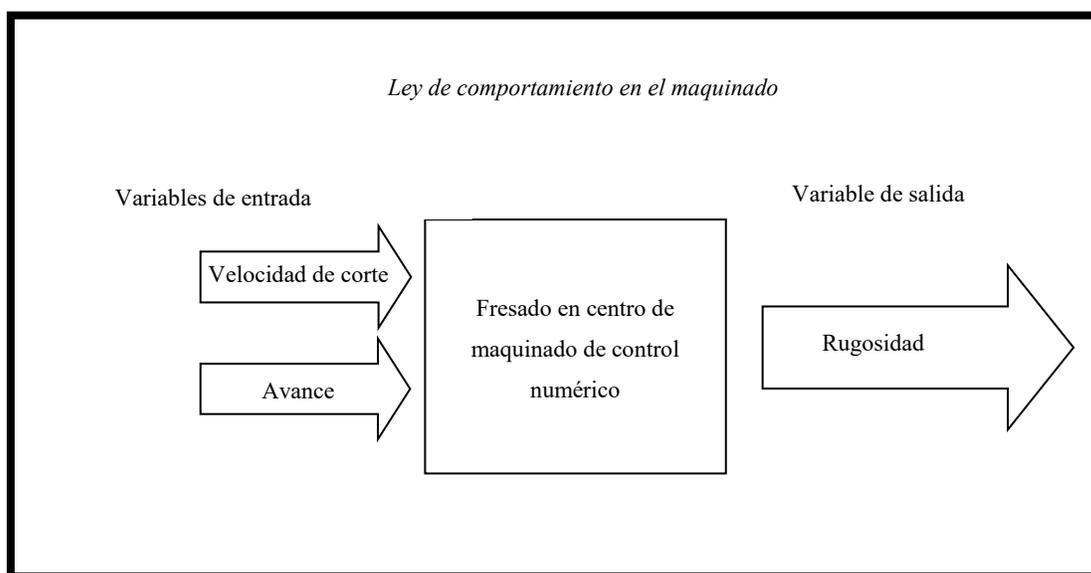


Figura 1. Variables de entrada y salida consideradas en la prueba de maquinado

El diseño del estudio fue experimental para analizar el comportamiento del acabado superficial como variable de respuesta al inducir cambios deliberados en la velocidad de corte y el avance por filo como variables de entrada y mediante un análisis estadístico ANOVA se evaluó el comportamiento de la variable de salida. En esta etapa experimental se utilizó una probeta diseñada para este propósito y poder observar el comportamiento del maquinado mediante la repetición del experimento y tomar estos resultados para futuras aplicaciones. Las dimensiones de las probetas fueron de 50 x 50 x 20 mm, se establecieron tomando en cuenta la carrera del rugosímetro y de la facilidad para sujetar el espécimen en la máquina. La materia prima utilizada fue un acero NMX-B-323 (AISI) H-13, este acero es el recomendado por la North American Die Casting Association para la fabricación de moldes. Ver tabla 1.

La colocación y sujeción de las probetas en la máquina fue tal manera que la superficie a maquinar tuviera una inclinación de 45° respecto al eje de la herramienta. El dispositivo de sujeción fue una prensa de tornillo y pistón neumático, a la que se le diseñaron mordazas especiales para que la probeta quedara siempre en la misma posición, donde el apriete para cada probeta fue similar al mantener la presión del aire constante. Ver Figura 2.

Tabla 1. Principales aceros utilizados para cavidades en Die Casting

Acero para las cavidades designación AISI	Composición, elementos principales	Material a fundir
P-20	0.36 % C, 1.80 % Cr, 1.00% Ni, 0.20 % Mo	Zinc Plástico
H-13	0.35 % C, 5.10 % Cr, 1,50 % Mo, 1.00 % V	Aleaciones de aluminio Aleaciones de magnesio Aleaciones de zinc
H-21	0.35 % C, 3.00 % Cr, 9.00% W	Aleaciones de cobre Bronce

Fuente: NADCA, (1992) y Manual técnico de productos CARPENTER

La herramienta usada fue un cortador vertical con punta de redonda de carburo de tungsteno sin recubrimiento de 9.525 mm (0.375 pulgadas) de diámetro de cuatro gavilanes y zanco de 9.525 mm de diámetro con una longitud de 60 mm. Las condiciones de maquinado de referencia fueron seleccionadas en el manual “Tool and Manufacturing Engineering Handbook”, tomando en cuenta el tipo de operación, el material de la herramienta de corte y a la materia prima a maquinar, la profundidad de corte para acabado recomendada es de 0.75 mm, la cual permaneció constante en todas las pruebas, con una velocidad de corte de 91 m/min y un avance de alimentación por filo de 0.1 mm/filo.

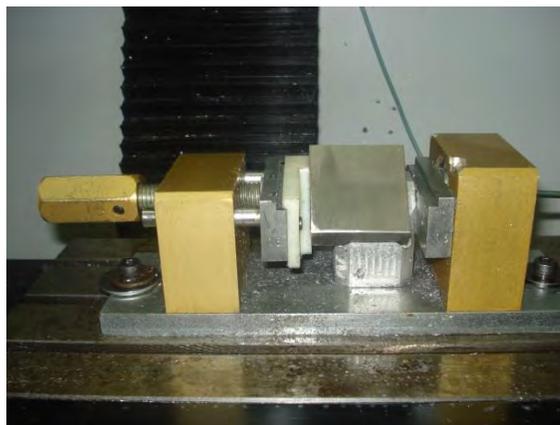


Figura 2. Dispositivo de sujeción.

Calculando las revoluciones del husillo y el avance lineal con las ecuaciones para condiciones de maquinado:

$$N = Vc / \pi D \quad (1)$$

$$F = ft * nt * N \quad (2)$$

Dónde:  $N$  = velocidad de giro del husillo,  $Vc$  = velocidad de corte,  $\pi = 3.141592$ ,  $D$  = diámetro de corte,  $F$  = velocidad lineal de avance,  $ft$  = avance por filo,  $nt$  = número de filos de la herramienta.

Para los datos iniciales aplicando las ecuaciones (1) y (2) se obtiene:

$$N = 91 * 1000 / \pi * 6.735 = 4300 \text{ rpm}$$

$$F = 0.1 * 4 * 4300 = 1720 \text{ mm/min}$$

Estos resultados se tomaron como condiciones iniciales, y fueron el punto de referencia para evaluar las alternativas propuestas. Para el husillo principal de la máquina se estableció 4300 revoluciones por minuto y 1720 mm/min para la velocidad de avance lineal. Durante el experimento se aumentó la velocidad de corte dando mayores revoluciones por minuto del husillo al permanecer constante el diámetro del cortador y el punto de incidencia de la herramienta durante todo el experimento. El avance de alimentación por filo también se estuvo variando tomando valores inferiores al valor de referencia. El maquinado se realizó utilizando aceite soluble como refrigerante durante el corte. Las pruebas se llevaron a cabo en un centro de maquinado CNC Dynamyte DM1007 y el programa para realizar las pruebas se obtuvo utilizando un software de CAM.

La norma ISO 8785 (1998) define las imperfecciones superficiales presentes en una pieza. El parámetro de rugosidad  $R_a$ , es uno de los más utilizados y corresponde a la media aritmética de las desviaciones verticales del perfil con respecto a la línea media, dentro de una longitud de muestreo. En la ecuación (3) queda reflejado el concepto del parámetro de rugosidad  $R_a$ . El parámetro de rugosidad  $R_a$  mide las irregularidades verticales de la superficie a medir. Si existen irregularidades horizontales no las considera, por lo que es posible que superficies con distinto acabado superficial presenten el mismo valor de  $R_a$ .

$$R_a = \frac{a + b + c + d + \dots}{n} \quad (3)$$

Donde  $a, b, c, d, \dots$  son todas las ordenadas en valores absolutos de las irregularidades, y  $n$  es la cantidad de irregularidades medidas.

Para la medición del acabado superficial de las probetas se utilizó un rugosímetro Mitutoyo SurfTest SV – 400. Se midió con la escala  $Ra$  (rugosidad media aritmética) en micrómetros  $\mu\text{m}$ , con una  $\lambda c$  de 0.8 mm,  $L$  0.8 mm, y  $N$  5.

Como los resultados experimentales son observaciones muestrales, no poblacionales, se recurrió a métodos estadísticos inferenciales para al observar las diferencias o efectos de la muestra, y de esta manera, poder aplicar los resultados a toda la población (o a nivel de proceso). Debido a que se quiere observar el efecto de dos variables independiente sobre una variable dependiente, los datos de los resultados obtenidos, fueron analizados mediante el método de ANOVA factorial, siendo un experimento con dos factores y varias muestras por grupo, con un diseño factorial  $6 \times 4$ . El procesamiento de los datos se realizó con una herramienta computacional. Quedando planteadas para el experimento las siguientes condiciones: Se quiere estudiar el efecto sobre el acabado superficial (variable dependiente) de los factores A: velocidad de corte y B: Avance de alimentación por filo. Trabajando en 6 y 4 niveles respectivamente corriendo un experimento factorial completo con cinco réplicas.

Las hipótesis de interés para los efectos son:

$H_0$ : efecto de la velocidad de corte (A) = 0,  $H_A$ : efecto de la velocidad de corte (A)  $\neq 0$ ,

$H_0$ : efecto del avance de alimentación (B) = 0,  $H_A$ : efecto del avance de alimentación (B)  $\neq 0$  y

$H_0$ : velocidad de corte x avance de alimentación = 0,  $H_A$ : velocidad de corte x avance de alimentación  $\neq 0$

La materia prima para las probetas de acero AISI H13, fue surtida recocida y normalizada, se inspeccionó su dureza, como parámetro de calidad inicial, resultando dentro de un rango de 50-57 HRB lista para maquinarse, la dureza fue medida en un durómetro Pontec modelo RB serie 1040. Se tomaron 30 lecturas en forma aleatoria en las probetas a ensayar. Teniéndose una media de 54.37 HRB con 2.13 de desviación estándar, siendo un resultado aceptable para la materia prima.

### Comentarios finales

**Resultados.** En los 24 maquinados se hicieron cinco mediciones de la rugosidad en cada muestra para corregir el error de medición y la incertidumbre del instrumento, se obtuvo la curva- $R$  (perfil de la rugosidad) (figura 3), el valor de la rugosidad  $Ra$  y la máxima altura del perfil  $Ry$ , para todas las probetas maquinadas, mostrándose los resultados más relevantes en la tabla 2.

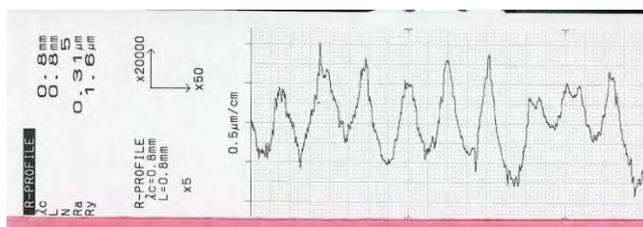


Figura 3. Gráfica de la curva- $R$  (perfil de rugosidad). Donde  $\lambda c$  es la longitud de evaluación,  $L$  la longitud de la muestra,  $N$  el número de muestras,  $Ra$  la rugosidad promedio de la curva y  $Ry$  la altura máxima del perfil.

Tabla 2. Muestra de valores de la velocidad de corte y el avance utilizados en la etapa de experimentación y los resultados de la rugosidad obtenidos donde se obtuvieron valores menores de la rugosidad de referencia.

No. de prueba	Velocidad de corte		Avance por filo		Avance lineal	Rugosidad
	m/min	RPM	mm/filo	mm/min	mm/min	$\mu\text{m}$
1	91	4300	0.04	688		0.31
<b>4</b>	<b>91</b>	<b>4300</b>	<b>0.1</b>	<b>1720</b>		<b>0.71</b>
9	109	5160	0.04	826		0.28
13	118	5590	0.04	894		0.26
17	127	6020	0.04	963		0.25
18	127	6020	0.06	1445		0.24
21	136	6450	0.04	1032		0.22
23	136	6450	0.08	2064		0.24

Al procesar los datos con el análisis de varianza ANOVA para dos factores con cinco muestras por grupo se utilizó un factor de seguridad Alfa de 0.05 y los resultados se muestran en la tabla 3 y la figura 4.

Los resultados concuerdan con lo mencionado por Manrique y Mondragón (2014) que indicaron que “La principal conclusión consiste en que es posible controlar las variables de dimensión y de acabado superficial del mecanizado, mediante la variación del avance-giro de husillo en la máquina y obtener resultados dimensionales y de acabado en un producto bajo los estándares de calidad requeridos”.

Tabla 3. Resultados del Análisis de Varianza ANOVA para los resultados del experimento.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Velocidad de corte	0.51	5.00	0.10	19.78	0.00	2.31
Avance por filo	1.62	3.00	0.54	104.22	0.00	2.70
Interacción	0.55	15.00	0.04	7.04	0.00	1.77
Dentro del grupo	0.50	96.00	0.01			
Total	3.18	119.00				

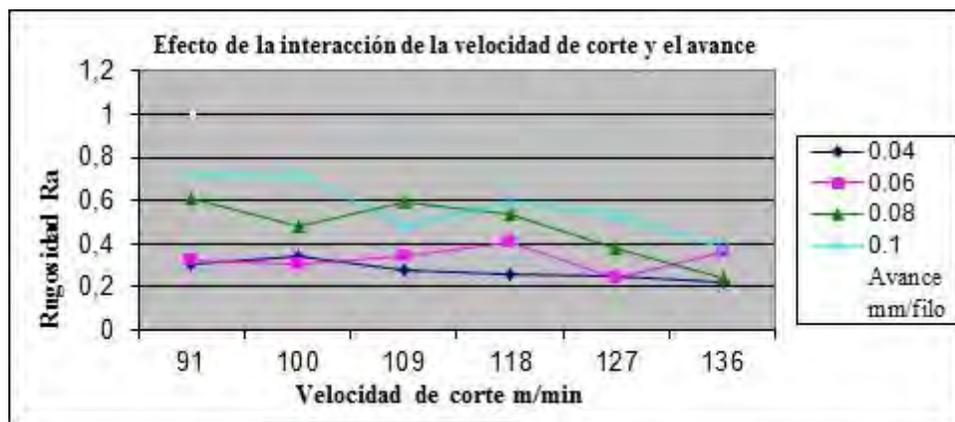


Figura 4. Efecto de interacción de la velocidad de corte con el avance por filo.

**Conclusiones-** Se puede disminuir la rugosidad obtenida en el maquinado, ya que en todas las corridas del experimento se obtuvieron mejores acabados superficiales que el valor de referencia (prueba 4, tabla 2), teniéndose la menor rugosidad con 0.22  $\mu\text{m}$  para una velocidad de corte de 136 mm/min y 0.04 mm/filo de avance de alimentación. Sin embargo hubo quince casos en los que aumentó el tiempo de maquinado con un avance lineal menor a 1720 mm/min.

Se puede reducir el tiempo de maquinado, porque en ocho casos, aparte de tener una menor rugosidad, también el tiempo de maquinado fue menor al tener una velocidad de avance mayor a los 1720 mm/m, valor de referencia.

La interacción de la velocidad de corte y el avance de alimentación en combinación influyen en la rugosidad obtenida. El caso más significativo se obtuvo con una velocidad de corte de 136 mm/min de velocidad de corte y un avance de 0.08 mm por filo, donde a parte de una mejora en el acabado superficial de 0.24  $\mu\text{m}$ , se logró una disminución del tiempo de maquinado al tener un avance lineal de 2064 mm/min, lo que significa que el maquinado se realizara 20 % más rápido y al mismo tiempo se obtendrá un mejor acabado superficial.

Los resultados anteriores concuerdan con lo encontrado por Martínez et al (2006) para el aluminio y aun que González y Kallewaard (2008) mencionaron que la velocidad de corte tiene menor influencia sobre la rugosidad, lo cual no coincide con los resultados obtenidos en esta investigación.

Por su parte Hernández et al (2015) menciona que “un valor medio para el avance fue mejor para la rugosidad superficial”. Por su parte Yasir (2016) menciona que “De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANOVA), la velocidad de alimentación ( $f$ ) es el más significativo parámetro en la rugosidad de la superficie, mientras que la velocidad de corte ( $V_c$ ) es menos significativo”. Situación, que no coincide del todo, con los



# DETERMINACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS A PARTIR DEL TEOREMA DE BERNOULLI

M.I Juan Antonio Tena Verdejo<sup>1</sup>, Ing. Francisco Santiago Gabino<sup>1</sup>, Ing. Sandra Zulema Tena Galvan<sup>1</sup>, Edgar D. Martínez Mares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Electromecánica Tecnológico Nacional de México, Campus Minatitlán; Veracruz, México  
 (juantenaz60@hotmail.com)

**Resumen**—El presente trabajo consiste en el análisis cuantitativo a partir del teorema de Bernoulli involucrando a las variables que intervienen y que son utilizados en las turbos bombas para determinar en base al modelo matemático obtenido, el comportamiento mecánico energético de las bombas pudiendo trazar la curva de característica de operación de esta maquinas

**Palabras Clave**—Se deben proveer al menos tres palabras clave (en orden alfabético) para ayudar a identificar los tópicos principales del escrito.

### Introducción

Es evidente que el desarrollo actual de modelos, representa una herramienta útil, rápida y de bajo costo para el análisis de problemas ingenieriles reales. La confiabilidad y precisión de tales modelos es a la fecha un tema de interés científico. Lo anterior, debido a que se pretende que estos ofrezcan un resultado de tal manera que ya no sea necesario realizar experimentación para comparar la información obtenida numérica con respecto a la experimental. En este trabajo se tomaron los conceptos de Mecánica de los Fluidos, siendo la evaluación el balance de energía y la cinemática en los impulsores. Es importante mencionar que en las industrias de procesos químicos, petroquímicos y afines se utilizan compresores centrífugos para aire y gases de cuyo diseño y análisis están fundamentados en conceptos de Ingeniería MECANICA. En base a la ecuación fundamental de las turbo maquinas que determinó Euler y Bernoulli lo concluyo a partir de la cinemática de los Impulsores, la cual determina y analiza los diferentes valores a la cual puede ser trabajada las bombas centrifugas.

### Descripción del Método

#### *Ecuaciones de Euler*

Consideremos ahora el punto A(x, y, z) en el centro del paralelepípedo rectangular de lados dx, dy, dz. Sea p = f(x, y, z) la presión en el punto A. La presión en la vertical izquierda será:

$$p + dp = p - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

Y en la cara vertical derecha:

$$p + dp = p + \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

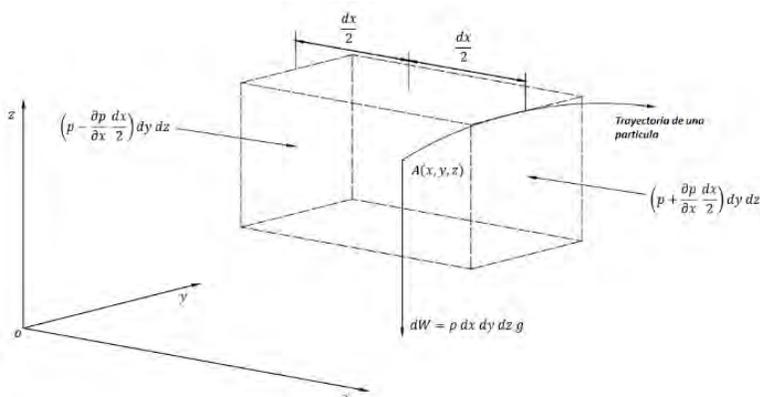


Figura. 1 Diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que actúan sobre un fluido aislado, así como también la fuerza debido a la presión que ejerce el fluido exterior sobre el paralelepípedo.

Sobre las seis caras del paralelepípedo actúa la fuerza debida a la presión por claridad en la fig. 2 solamente se han indicado las fuerzas debidas a la presión que actúan sobre las caras normales al eje x  
El eje z se ha elegido como es costumbre en hidráulica vertical hacia arriba: por lo tanto sobre el paralelepípedo actúa la fuerza de la gravedad  $dW$  en la dirección negativa del eje z, como se indica en la figura siendo esta fuerza igual a la masa del paralelepípedo por la aceleración de la gravedad

$$dW = \rho dx dy dz g \dots \dots \dots \text{Ec. 3}$$

La segunda ley de newton (fuerza = masa x aceleración) según el eje x siendo la masa del paralelepípedo

$$\rho dx dy dz \frac{dv_x}{dt} \left( p - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \right) dy dz - \left( p + \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \right) dy dz \dots \dots \dots \text{Ec. 4}$$

Proporciona la siguiente ecuación:

$$p dx dy dz \frac{dv_x}{dt} = \left( p - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \right) dy dz - \left( p + \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \right) dy dz \dots \dots \dots \text{Ec. 5}$$

Dividiendo ambos miembros de la Ec. 3 del paralelepípedo  $p dx dy dz$  en la Ec. 5 y simplificando se tiene:

$$\frac{dv_x}{dt} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \dots \dots \dots \text{Ec. 6}$$

O bien

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \dots \dots \dots \text{Ec. 7}$$

En virtud de la primera de las ecuaciones Análogamente para el eje y:

$$\frac{dv_y}{dt} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \dots \dots \dots \text{Ec. 8}$$

O bien

$$v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \dots \dots \dots \text{Ec. 9}$$

En la ecuación correspondiente eje z se ha introducido en el segundo miembro de la fuerza debida a la gravedad, indicada en la figura 1 a saber:

$$dW = -\rho g dx dy dz$$

Con lo que se obtiene las tres ecuaciones siguientes:

$$\frac{dv_x}{dt} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \dots \dots \dots \text{Ec. 10}$$

$$\frac{dv_y}{dt} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \dots \dots \dots \text{Ec. 11}$$

$$\frac{dv_z}{dt} = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \dots \dots \dots \text{Ec. 12}$$

Por otro lado se tiene las ecuaciones de la aceleración en régimen permanente siendo las siguientes:

$$\frac{\partial v_x}{\partial t} = \frac{dv_x}{dt} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} \dots \dots \dots \text{Ec. 13}$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial t} = \frac{dv_y}{dt} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} \dots \dots \dots \text{Ec. 14}$$

$$\frac{\partial v_z}{\partial t} = \frac{dv_z}{dt} + v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \dots \dots \dots \text{Ec. 15}$$

Igualando las ecuaciones: 10 y 13 obtenemos

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \dots \dots \dots \text{Ec. 16}$$

Igualando las ecuaciones: 11 y 14 obtenemos

$$v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \dots \dots \dots \text{Ec. 17}$$

Igualando las ecuaciones: 12 y 15 obtenemos

$$v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \dots\dots\dots \text{Ec. 18}$$

En régimen uniforme en la aceleración es igual a 0. Si suponemos en primer lugar que la línea de corriente en su horizontal y escogemos eje x en la dirección de la corriente el eje y horizontal y perpendicular a dicha dirección y en el eje z vertical, la 3ª ecuación se reduce a:

$$0 = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \dots\dots\dots \text{Ec. 19}$$

O sea

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g \dots\dots\dots \text{Ec. 20}$$

Y

$$\rho = -\rho g z + C \dots\dots\dots \text{Ec. 21}$$

$$p + \rho g z = \text{cte} \dots\dots\dots \text{Ec. 22}$$

Donde la ecuación (22) es “**la ecuación de la hidrostática**”. Si el régimen es uniforme y la línea de corriente no son horizontales, eligiendo de nuevo la dirección de la corriente como eje x y como eje z, dos ejes perpendiculares entre si situados en el plano transversal la integración de las dos ecuaciones correspondiente es a los ejes y, z convenientemente planteadas nos conduciría de nuevo a la misma ecuación de la hidrostática. De donde la siguiente conclusión:

En régimen uniforme la distribución de presiones en un plano normal a la corriente es hidrostática.

*Ecuación de Bernoulli*

Para el fluido ideal y tomándola en forma sintetizada de las ecuaciones (10, 11, 12) y multiplicando la primera Ecuación por dx la segunda por dy y la tercera por dz, tendremos:

$$\frac{dv_x}{dt} dx = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} dx \dots\dots\dots \text{Ec. 23}$$

$$\frac{dv_y}{dt} dy = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} dy \dots\dots\dots \text{Ec. 24}$$

$$\frac{dv_z}{dt} dz = -g dz - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} dz \dots\dots\dots \text{Ec. 25}$$

Y sumando miembros a miembros las tres ecuaciones (23, 24, 25) tendremos:

$$\frac{dv_x}{dt} dx + \frac{dv_y}{dt} dy + \frac{dv_z}{dt} dz = -g dz - \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) \dots\dots\dots \text{Ec. 26}$$

Ahora bien, como

$$\frac{dx}{dt} = v_x, \frac{dy}{dt} = v_y, \frac{dz}{dt} = v_z, \dots\dots\dots \text{Ec. 28}$$

El primer miembro de la ecuación se transforma así:

$$v_x dv_x + v_y dv_y + v_z dv_z = \frac{1}{2} d(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2) = \frac{1}{2} d(v^2) \dots\dots\dots \text{Ec. 29}$$

(En efecto, si se diferencian el segundo miembro de obtiene el primer miembro, lo que demuestra que la validez del primer signo igual. Por otra parte, el cuadrado de la diagonal v de un paralelo y pero es igual a la suma de los cuadrado de sus aristas, lo que demuestran la validez del segundo signo igual). Al suponer que el régimen es permanente, P no es funcional de t, Diferencial total será:

$$dp = \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \dots\dots\dots \text{Ec. 30}$$

Con lo cual la ecuación (26) se transforma en:

$$\frac{dp}{\rho} + g dz + \frac{d(v^2)}{2} = 0 \dots\dots\dots \text{Ec. 31}$$

Integrando esta última ecuación, entre dos puntos cualesquiera 1 y 2, situada en una misma línea de corriente, que en régimen permanente coincide con la trayectoria del movimiento y siguiendo con hipótesis de un fluido incompresible ( $\rho=C$ ), se tienen

$$\frac{p_1}{\rho} + g z_1 + \frac{v_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + g z_2 + \frac{v_2^2}{2} \dots\dots\dots \text{Ec. 32}$$

Que nos dicen que la suma ( $\frac{p}{\rho} + g z + \frac{v^2}{2}$ ) es constante a lo largo de misma línea de corriente, ya que los puntos 1 y 2 son sólo dos puntos cualesquiera de esta línea, o sea:

$$\frac{p}{\rho} + g z + \frac{v^2}{2} = c \dots\dots\dots \text{Ec. 33}$$

Dividiendo los dos miembros de esta última ecuación por g se tiene:

$$\frac{p}{\rho g} + z + \frac{v^2}{2g} = c \dots\dots\dots \text{Ec. 34}$$

O bien

$$\frac{p}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} = C \dots\dots\dots \text{Ec. 35}$$

Las ecuaciones (32, 33, 34, 35) son expresiones de diversas de la ecuación de Bernoulli.

*Ecuación de Bernoulli generalizada*

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - \sum H_{r1-2} + \sum H_b = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Ec. 36}$$

Donde:

- $p_1/\rho g, p_2/\rho g$  Alturas de presión
- $z_1, z_2$  Alturas geodésicas
- $v_1^2/2g, v_2^2/2g$  Alturas en velocidades
- $\sum H_{r1-2}$  Suma de todas las pérdidas hidráulicas entre 1 y 2
- $\sum H_b$  Suma de los incrementos de altura proporcionados por las bombas instaladas entre 1 y 2

Ecuación de Bernoulli para una bomba centrífuga:

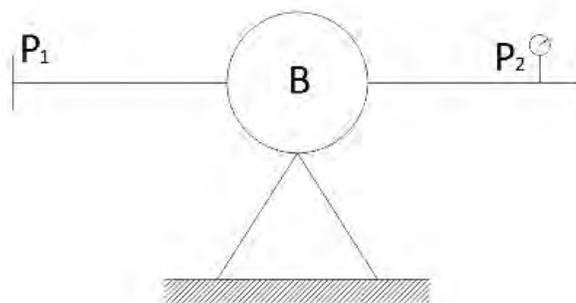


Figura. 2 Bomba centrífuga

En una bomba no hay pérdidas hidráulicas entre 1 y 2:  $\sum H_{r1-2} = 0$  La ecuación (36) queda de la siguiente manera:}

$$H_b = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + z_2 - z_1 \dots\dots\dots \text{Ec. 37}$$

Donde:

$$\frac{p_2 - p_1}{\rho g} = \frac{p_d}{\rho g} \quad \text{Presión de descarga de la bomba/ Energía de presión..... Ec. 38}$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{v_d^2}{2g} \quad \text{Velocidad de salida/Energía Cinética..... Ec. 39}$$

$$z_2 - z_1 = z_d \quad \text{Altura geodésica/Energía Potencial..... Ec. 40}$$

Sustituyendo las ecuaciones (38, 39, 40) en la ecuación (37) obtenemos la ecuación de Bernoulli para una bomba centrífuga:

$$H_b = \frac{p_d}{\rho g} + \frac{v_d^2}{2g} + z_d \quad \text{..... Ec. 41}$$

A continuación los términos de la ecuación de Bernoulli los pondremos en función del caudal, a excepción de la energía de potencial ( $z_d$ ) siendo este el termino independiente “C”

El término que representa la Energía cinética se trabajará con el principio de Continuidad:

$$Q = SV \quad \text{..... Ec. 42}$$

Donde:

Q= Caudal

S= Área

V= Velocidad

Despejando la velocidad de la ecuación (42)  $V = \frac{Q}{A}$

Y sustituyendo en el término de la energía cinética:  $\frac{v_d^2}{2g} = \frac{\left(\frac{Q}{S}\right)^2}{2g} = \frac{Q^2}{2gS^2}$

El coeficiente:  $\frac{1}{2gS^2}$  en virtud de tener los valores de gravedad y área constantes, su coeficiente será “A”, por lo que se tendrá el siguiente término:

$AQ^2 =$  Energía cinética expresada en función del caudal.

El término que representa la energía de presión se trabajara bajo la 2ª ley de Newton (Impulso)

$$F = mv \quad \text{..... Ec. 43}$$

$$\frac{P_d}{\rho g} = \frac{F}{S} = \frac{mv}{S} = \frac{mQ}{S^2} = \frac{m}{S^2} Q = \frac{m}{S^2 \rho g} Q$$

El coeficiente  $\frac{m}{S^2 \rho g}$  y tener los valores de masa, área y peso específico como valores constantes, su coeficiente será “B”, por lo que se tendrá el siguiente término.

BQ= energía de presión expresada en función del caudal.

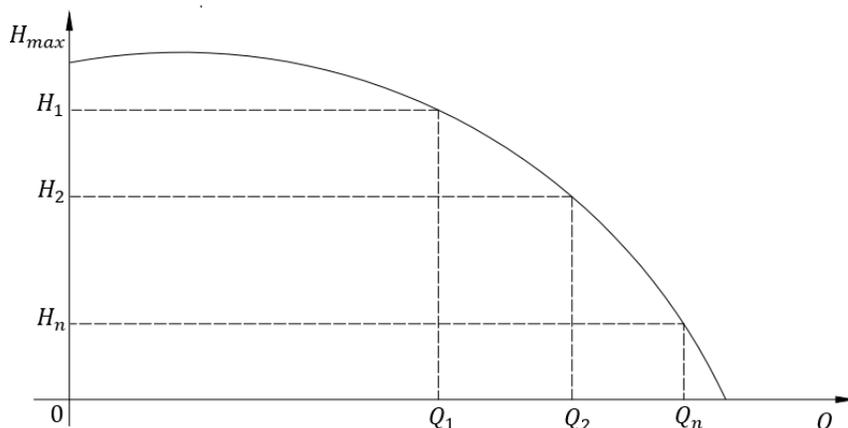
El término que representa la energía potencial será el término independiente C.

Sustituyendo los términos anteriores en la ecuación de Bernoulli obtendremos:

$$H_b = AQ^2 + BQ + C$$

Siendo esta ecuación el modelo matemático y cuya grafica es una parábola conocida como “CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERACIÓN DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS”

$$H_B = AQ^2 + BQ + C$$



Q	H
Q <sub>0</sub>	H <sub>max</sub>
Q <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>
Q <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
Q <sub>n</sub>	H <sub>n</sub>

### Conclusiones

En base al Modelo Matemático obtenido la cual es una ecuación de 2° grado con ello, podemos analizar y determinar la curva de operación llamada también CURVA CARACTERISTICA (parábola) así como también sus variables hidráulicas como las presiones y caudales, en esta ecuación de energía o modelo matemático los términos energéticos que intervienen son la energía de PRESION, la energía cinética y la energía potencial la cual se incluirá en la ecuación de BERNOULLI. En particular las velocidades son las que refleja el comportamiento cinemático de los impulsores y estas a su vez ocasionan la fuerza de impulso debido a la segunda Ley de Newton la cual es utilizada en las turbomáquinas centrífugas de las turbomáquinas, estas velocidades, son parte importante de las variables que intervienen en dicha ecuación para determinar la energía de presión expresada en alturas. De antemano este modelo matemático utilizado para obtener la energía está de manera analítica. Otra de las virtudes es el modelado y analizar el comportamiento energético de las turbomáquinas, poniendo de manifiesto la aplicación de los conceptos de Mecánica de los Fluidos para obtener esta herramienta matemática.

Por otra parte, podemos observar la ley de la conservación de la energía ya que la energía cinética de un fluido, se convierte en energía de presión la cual puede ser cuantificada o medible por el instrumento de medición llamado manómetro de presión.

### Referencias

#### Libros:

- ❖ Cherkasski, V.M. "Bombas, ventiladores y compresores". Ed. Mir, Moscú, 1986.
- ❖ Durnov, P.I. "Bombas, ventiladores y compresores". Ed. Vicha Chkola, Kiev, Odesa, 1985.
- ❖ Pfeleiderer, K. "Bombas centrífugas y turbocompresores". Ed. Labor S.A., España, 1960.
- ❖ Néstor Ramos Páez, Jorge L. Jiménez H., Rafael Quesada P. "Erosión de los anillos de desgaste delanteros de las bombas de cachaza BSA 140-25". Ingeniería energética, Vol. VIII, Ciudad de la Habana, 1987.
- ❖ Claudio Mataix. "Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas". Ed. Alfa omega, segunda edición, 13° impresión, octubre 2005.
- ❖ Viejo Zubicaray, Álvarez Fernández. "Bombas teoría, diseño y aplicaciones". Ed. Limusa, 3° edición, 2003.
- ❖ Igor J. Karassik, Roy Carter. "Bombas centrífugas Selección, operación y mantenimiento". Ed. Ceca, 14° impresión, mayo de 1987.

# DISEÑO DE UN MOTOR REGENERATIVO STIRLING TIPO ALFA

Lic. Ángel Terrazas Carmona<sup>1</sup>, Ing. Hugo Alberto Morales Contreras<sup>2</sup>, Dr. Tomás Fernández Gómez<sup>3</sup>, Ing. María Luisa Juárez Romero<sup>4</sup>, Ing. Víctor Jahir Zarate Zepactle<sup>5</sup>.

**Resumen**— Un motor Stirling es una maquina térmica con bajos niveles de ruido y emisiones toxicas, el cuál utiliza cualquier fuente de energía externa. En un futuro, estos motores podrían remplazar a los motores de combustión externa en algunas aplicaciones, debido a su alto rendimiento.

El motor de ciclo regenerativo es el único capaz de aproximarse al rendimiento máximo teórico, conocido como rendimiento de Carnot. Es de importancia la ayuda de programas como SolidWorks para dibujar las partes del motor en tres dimensiones, e implementar así los cálculos de esfuerzos y deformaciones correspondientes.

La finalidad de este trabajo, es aportar las bases para el diseño de un motor Stirling tipo Alfa, debido a que puede ser de gran utilidad, ya que solo necesita de aire para su funcionamiento.

Concluimos que, este dispositivo es una opción viable a causa de sus bajos costos de mantenimiento y alta eficiencia.

**Palabras clave**—Maquina, Cálculos, Carnot, Diseño.

## Introducción

A lo largo de los años, principalmente desde la aparecieron de industrias y del motor de combustión interna, la atmósfera se ha visto afectada debido a cambios provocados por la aparición de los ya mencionados. Algunos efectos de esos cambios son el efecto invernadero y el calentamiento global, causando cambios en el clima a nivel mundial trayendo consigo una ola de desastres naturales.

Debido a que el planeta se encuentra en una crisis ambiental, tenemos que darnos la tarea y la forma de reemplazar combustibles que dañen la naturaleza, buscando otras formas de energía que reduzcan el daño al medio ambiente, es por eso que los motores Stirling son una alternativa viable, porque son de combustión externa, lo cual hace posible regular mejor la combustión y utilizar el aire como fuente de energía para su funcionamiento.

En 1816, el escocés Robert Stirling patentó un motor que funcionaba con aire caliente, al cual llamó Stirling. La patente de este motor era el exitoso final de una serie de intentos de simplificar las máquinas a vapor. Stirling consideraba demasiado complicado calentar agua en una caldera, producir vapor, expandirlo en un motor, condensarlo y, mediante una bomba, introducir de nuevo el agua en la caldera, por lo que decidió desarrollar un nuevo sistema que realice los mismos procesos, pero en forma más simple. Otro impulso para desarrollar un nuevo sistema fueron los accidentes fatales causados frecuentemente por las máquinas a vapor, ya que aún no se había inventado el acero y las calderas explotaban con facilidad.

Además al ser un motor de combustión externa, es más fácil controlar las emisiones toxicas, las vibraciones y el ruido del motor, a pesar de que la relación masa-potencia es más alta que la de los motores de combustión interna.

Los motores Stirling, a diferencia de los motores de combustión interna, tienen su gran ventaja en el aspecto pues la contaminación que producen es muy reducida o nula debido a que la fuente de energía a utilizar para su funcionamiento es el aire.

Por ultimo otra ventaja que tiene este motor es su larga duración debido a que en los últimos años los avances en diseño y construcción han permitido mejorar el funcionamiento llegando a rendir cerca de 100000 horas en motores experimentales.

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR STIRLING

El funcionamiento del motor Stirling se basa en el aprovechamiento de los cambios volumétricos del fluido de trabajo como resultado de los cambios de temperatura que éste sufre. Estos cambios volumétricos se deben al desplazamiento del fluido de trabajo entre la zona caliente y la zona fría en un cilindro cerrado.

<sup>1</sup> Lic. Ángel Terrazas Carmona Profesor de Ciencias básicas en el Instituto Tecnológico de Orizaba (**autor correspondiente**) [fernandez\\_gt@yahoo.com](mailto:fernandez_gt@yahoo.com)

<sup>2</sup> Ing. Hugo Alberto Morales Contreras profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba

<sup>3</sup> Dr. Tomás Fernández Gómez Profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba [fernandez\\_gt@yahoo.com](mailto:fernandez_gt@yahoo.com)

<sup>4</sup> Ing. María Luisa Juárez Romero Residente de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba [luisa.juarez@outlook.es](mailto:luisa.juarez@outlook.es)

<sup>5</sup> Ing. Víctor Jahir Zarate Zepactle Residente de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba [jahir.zarate@outlook.com](mailto:jahir.zarate@outlook.com)

A continuación se explicará el funcionamiento del motor con la ayuda de una serie de diagramas:

Si se tiene aire encerrado en un cilindro y luego se calienta, se observa que la presión dentro del cilindro se incrementa. Se asume que una de las tapas del cilindro es un émbolo y que éste es hermético; entonces habrá una expansión del gas y aumentará el volumen interior del cilindro hasta cierta posición final del émbolo.



Figura 1 calentamiento del aire dentro de un cilindro

Si al mismo cilindro, en su estado de expansión, se enfría rápidamente, la presión disminuye; entonces, el volumen se contrae y la posición del émbolo vuelve al estado inicial.

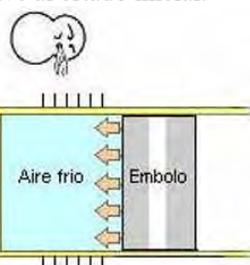


Figura 2 Enfriamiento del aire dentro de un cilindro

Si el proceso del estado 1 se repite, pero ahora uniendo el émbolo a una volante. El incremento de la presión forzará al émbolo a moverse ocasionando el giro de la volante, con lo cual se consigue que el “cambio volumétrico” se transforme en movimiento.

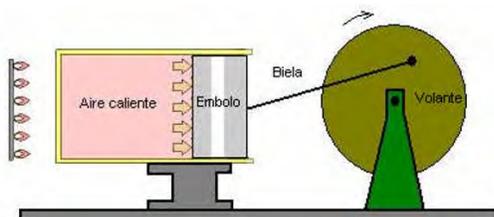


Figura 3 Conversión de la expansión del gas en movimiento, a través de un mecanismo.

Si se repite el proceso del estado 2, enfriando rápidamente, el pistón retorna por efecto del movimiento de la volante y se produce la disminución de la presión y el volumen.

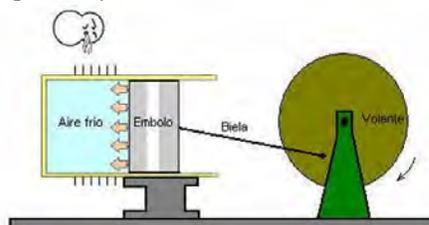


Figura 4 Conversión de la compresión del gas en movimiento, a través de un mecanismo

Si se juntan los procesos 3 y 4, en un solo cilindro, con un desplazador, se producirá el movimiento del motor debido a la expansión del gas, y, durante la compresión el pistón retornará a su posición debido a la energía de la volante.

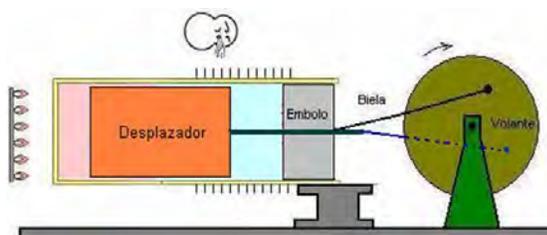


Figura 5 Esquema General de un motor Stirling

**Principales parámetros de diseño de un motor Stirling**

Los principales parámetros son cuatro:

$$\tau = \frac{T_C}{T_H} ; k = \frac{V_C}{V_E} ; \alpha \text{ y } X = \frac{V_D}{V_E}$$

Donde  $T_C$  y  $T_H$  son las temperaturas del fluido de trabajo en la zona fría y zona caliente respectivamente,  $V_C$  y  $V_E$  son los volúmenes de barridos por el pistón y desplazador respectivamente,  $\alpha$  es el ángulo de desfase del mecanismo; y  $V_D$  es el volumen muerto dentro del motor.

No existe una combinación ideal de estos parámetros, porque los valores óptimos varían de acuerdo a un caso particular.

**Teoría de Schmidt**

La teoría de Schmidt es uno de los métodos de cálculo isotérmico para los motores Stirling. Es el método más simple y muy útil para el análisis del motor Stirling.

A continuación se mostrarán algunas ecuaciones las cuales son utilizadas en el proceso de diseño de un motor Stirling tipo Alfa basadas en la teoría de Schmidt.

El volumen de expansión instantánea  $V_E$  se describe en la ecuación 1 con un volumen de barrido del pistón de expansión  $V_{SE}$ , una expansión de volumen muerto  $V_{DE}$ , bajo la condición de requisitos (g).

$$V_E = \frac{V_{SE}}{2} (1 - \cos X) + V_{DE} \dots \dots \dots (1)$$

El volumen de compresión instantánea  $V_C$  se describe en la ecuación 2 con el volumen de barrido de pistón  $V_{SC}$  y como volumen de compresión  $V_{DC}$  y un ángulo de fase  $dx$

$$V_C = \frac{V_{SC}}{2} (1 - \cos(x - dx)) + V_{DC} \dots \dots \dots (2)$$

El volumen total relativo es calculado en la ecuación 3

$$V = V_E + V_R + V_C \dots \dots \dots (3)$$

La presión media

$$P_{mean} = \frac{1}{2\pi} \oint P dx = \frac{2mRT_C}{V_{SE}\sqrt{S^2 - B^2}} \dots \dots \dots (4)$$

Presión del motor

$$P = \frac{P_{mean}\sqrt{S^2 - B^2}}{S - B \cos(x-a)} = \frac{P_{mean}\sqrt{1 - C^2}}{1 - C \cos(x-a)} \dots \dots \dots (5)$$

Trabajo

$$Q = W = \int P dv \dots \dots \dots (6)$$

Eficiencia

$$n = \frac{W}{Q_{sum}} \quad \text{donde: } \frac{W = \text{trabajo mecanico util}}{Q_{sum} = \text{calor suministrado}} \dots \dots \dots (7)$$

**Motor Stirling tipo alfa**

En La mayor parte del gas de trabajo está en contacto con las paredes calientes del cilindro, se ha calentado y la expansión ha empujado el émbolo en la parte inferior de su viaje fría en el cilindro. La expansión continuó en el cilindro caliente, es decir, 90° detrás del pistón en el ciclo de frío, la extracción de más trabajo en el gas caliente. Como se muestra en la figura 6.

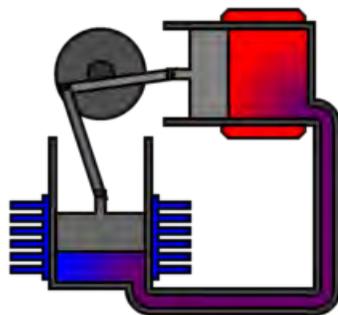


Fig. 6 Compresión y Expansión.

La tabla 1 muestra las propiedades de los materiales para la construcción de un motor Stirling.

PROPIEDAD		ALUMINIO	ACERO 371
1	Esfuerzo (N/mm <sup>2</sup> )	250	400
2	Elasticidad E, Modulo de Young (MPa)	70.000	210.000
3	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2,7	7,8
4	Punto de Fusión (°C)	660	1500
5	Rango de Temperatura de Trabajo (°C)	-250 a 150	-50 a 500
6	Conductividad Eléctrica (m/Ohm/mm) <sup>2</sup>	29	7
7	Conductividad Térmica (W/m °C)	200	76
8	Coefficiente de expansión lineal x 10 <sup>-6</sup> / °C	24	12
9	No-Magnético	si	No
10	Toxico	no	No
11	Resistente a la corrosión	si	Si
12	Mecanizado	Fácil	Fácil
13	Maleable	si	Si
14	Costo	Barato	Caro

Tabla 1

### Ciclo Stirling

El ciclo teórico de Stirling consta de las 4 etapas: 2 transformaciones isocoras en las que el gas de trabajo pasa a través de un regenerador absorbiendo o cediendo calor, y 2 transformaciones isotermas, en las que el gas está en contacto con una fuente caliente o una fría, a T<sub>c</sub> y a T<sub>f</sub> respectivamente. El ciclo se muestra en el diagrama 1 P-V. Veamos cada una de las etapas

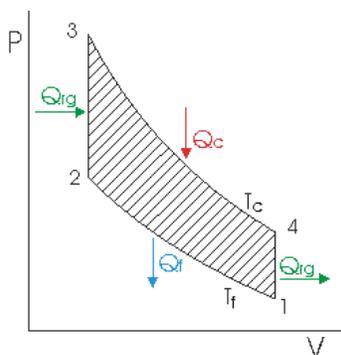


Diagrama 1

- 1-2: Compresión isoterma del gas a la temperatura inferior,  $T_f$ . Durante este proceso se cede al exterior una cantidad de calor,  $Q_f$ , a la fuente fría.
- 2-3: Absorción de calor a volumen constante. El gas absorbe del regenerador una cantidad de calor  $Q_{rg}$  y aumenta su temperatura, lo que provoca un aumento de presión.
- 3-4: Expansión isoterma del gas a alta temperatura,  $T_c$ . Durante este proceso se absorbe una cantidad de calor  $Q_c$  de la fuente caliente.
- 4-1: Cesión de una cantidad de calor  $Q_{rg}$  al regenerador a volumen constante, disminuyendo la temperatura del fluido.

Un sistema que realiza el ciclo Stirling está formado por un cilindro, un pistón de trabajo y un pistón de desplazamiento con un regenerador que divide al sistema en dos zonas, una zona caliente a  $T_c$  y una zona fría a  $T_f$ . Se observa en la figura 2.19 que en la posición 1 todo el gas se encuentra contenido en la parte fría del cilindro a una temperatura  $T_f$  y ocupando el volumen máximo.

En la figura 7 se produce la compresión del gas hasta el volumen mínimo. Esta compresión se ha realizado a temperatura constante cediendo una cantidad  $Q_f$  de calor a la zona fría.

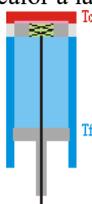


Fig. 8

En la figura 9 El fluido ha atravesado el regenerador absorbiendo una cierta cantidad de calor  $Q_{rg}$  que lo eleva hasta una temperatura  $T_c$ .

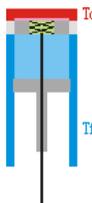


Fig. 9

En la figura 10 Se produce la expansión del gas hasta alcanzar el volumen máximo. Para ello se absorbe una cantidad de calor,  $Q_c$ , de la zona a alta temperatura. En el paso de la posición 3 a la 4 es donde se obtiene trabajo.

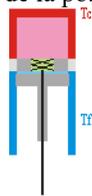


Fig. 10

Después pasaremos de nuevo a la posición 1, atravesando otra vez el regenerador, pero esta vez el gas cederá una cantidad de calor,  $Q_{rg}$ , al regenerador y rebajando su temperatura hasta  $T_f$ . Fig. 11

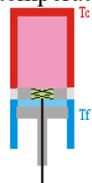


Fig. 11

### **Resumen de resultados**

Se espera que al realizar este trabajo que como ya se menciona es el diseño de un motor regenerativo Stirling tipo Alfa sirva como base para futuros trabajos, con la finalidad de contribuir a la mejora del diseño de este motor para así llegar a la construcción de un prototipo que permita en base a la experiencia conocer en su totalidad un motor Stirling y su funcionamiento.

### **Conclusión**

Como conclusión cabe señalar que este tipo de dispositivos de generación son una de las mejores opciones y además viable, a causa del encarecimiento de la energía. Esto se debe a su bajo costo de mantenimiento y a la versatilidad de las máquinas de combustión externa, por lo ya mencionado y principalmente por los bajos o nulos niveles de contaminación.

De igual manera el plantear un procedimiento para el diseño de este tipo de máquinas es importante, ya que a pesar de que tienen aproximadamente 90 años de existir, no son muy conocidas por la gente e incluso por los mismos ingenieros. La realización de este trabajo es una muy buena propuesta que cumple con las expectativas consideradas y que además de lo ya mencionado este se puede considerar como parte y/o apoyo de futuros trabajos.

### **Recomendaciones**

Una de las principales recomendaciones para futuros proyectos es la construcción del prototipo, debido que al llevar a cabo la manufactura y tener el motor en funcionamiento permite conocer más del tema brindando experiencia y permitiendo encontrar los errores y las áreas de mejora. Mediante la instrumentación se obtienen datos reales de las temperaturas de operación, eficiencias con la posibilidad de cambiar y/o corregir los parámetros para aumentar la eficiencia del motor y mejorar el diseño de este.

Como observación, al referirse a la construcción del prototipo, es importante señalar o especificar que la manufactura sea de precisión, pues es indispensable que los sellos y la capacidad de compresión del motor sea la diseñada, ya que si no es de esta manera, no es representativo. Y así nos permita alcanzar los estándares necesarios para que el prototipo sea tan bueno como su diseño.

### **Referencias**

1. Fabio Zegarra Choque, Tesis para optar el grado de Ingeniero Mecánico "Estudio, Diseño y Construcción de un Motor Stirling Experimental Tipo Beta", FIM, UNI, Lima, Perú (2005).
2. F. Alva Dávila, "Diseño de Elementos de Maquinas I", FIM, UNI, Lima, Perú (1995)
3. James R. Senft "Theoretical Limits on the performance of Stirling Engines". International Journal of Energy Research, Int. J. Energy Res., 22,991-1000 (1998).
4. James R. Senft, "Ringbom Stirling Engine", Oxford University Press.
5. James R. Senft, "Optimum Stirling engine geometry", International Journal of Energy
6. "Termodinámica" Kenneth Wark and D.E Richards 6ª Ed, Mc Graw-Hill, 2001.
7. "Termodinámica" Yunus Cengel and Boles; 4ª. Ed, Mc Graw-Hill, 20002
8. "William R. Martini", Stirling Engine Desing Manual National Aeromatics and Space Administration. USA 1978.
9. William Beale, "Undersrtanding Stirling Engines", VITA Technical Paper